

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

**Fakulta textilní
Katedra oděvnictví**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Ověření alternativní metody hodnocení
mačkavosti plošných textilií

2007

HELENA KRMELOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra oděvnictví

Ověření alternativní metody hodnocení mačkavosti plošných textilií

Validation of alternative method for classification of fabrics wrinkling

Helena Krmelová

KOD - 241

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Klímová

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R004 - Technologie a řízení oděvní výroby

Rozsah práce a příloh

Počet stran: 53

Počet obrázků: 41

Počet tabulek: 9

Počet příloh: 6

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat Ing. Evě Klímové za odborné vedení a cenné rady, paní Danuši Steklé za pomoc a rady při měření a své rodině za podporu během celého studia.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do její skutečné výše).

V Liberci, dne 14.5. 2007

.....

Podpis

Anotace

Téma: Ověření alternativní metody hodnocení mačkavosti plošných textilií

U textilních materiálů jsou velmi důležité jejich uživatelské vlastnosti. Jednou z částí uživatelských vlastností jsou i plošné deformace textilií. Mezi základní plošné deformace patří, mimo jiné, i mačkavost.

V této práci jsou popsány metody hodnocení mačkavosti plošných textilií a nově vyvinuté alternativní metody 3D. Zároveň je zaměřena na zjištění spolehlivosti naměřených hodnot pomocí 3D metody. Spolehlivost 3D metody je srovnávána s hodnotami naměřenými na přístroji UMAK. V závislosti na zjištěných faktech jsou zde navrženy alternativy pro přesnější měření.

Klíčová slova: Mačkavost, reliéf deformované textilie, 3D, UMAK, hodnocení mačkavosti

Annotation

Theme: Validation of alternative method for classification of fabrics wrinkling

User properties of the fabrics are very important. An important part of the characteristics is the deformation of surface or, stability in shape. One type of the deformation is wrinkling.

In this work, there are described the standard classification methods for wrinkling, and newly developed alternative method for classification of fabrics wrinkling. Furthermore, the work is targeted to validate method dependability. Dependability of this 3D method is compared with the values measured by UMAK instrument. In relation to the obtained facts there are proposed alternative methods for more exact result evaluation.

Key words: Wrinkling, relief of the deformed fabric, 3D, UMAK, classification of wrinkling

Použité symboly a zkratky

α_0	[rad]	úhel okamžitého zotavení
α_0	[rad]	Skutečný průměr úhlu zotavení
α_1	[rad]	úhel konečného zotavení
α_{ZE}	[rad]	úhel elastického zotavení
α_τ	[rad]	zbytkový úhel
atd.		a tak dále
c	[-]	rychlostní konstanta zotavení
č.		číslo
F_p	[N]	tlaková síla
G	[N]	tíha
h_0	[mm]	výška původního vzorku
h_z	[mm]	zotavená výška vzorku
		koeficient pro stanovení přesnosti výběrových ukazatelů
k		
l_0	[mm]	původní délka vzorku
l_z	[mm]	zotavená délka
m	[kg]	hmotnost
n		celkový počet měření
Obr.		obrázek
PC		osobní počítač
s	[-]	směrodatná odchylka
t	[°C]	teplota
t	[min]	čas
t_0	[min]	čas odlehčení
t_1	[min]	doba ustálení
Tab.		tabulka
t_z	[h]	doba zátěže
v	[%]	variační koeficient
Z	[%]	zotavení
	[rad]	úhel zotavení jednotlivých vzorků
α_i		
α_o	[rad]	zvolený přibližný úhel zotavení
	[rad]	skutečný průměrný úhle
α_s		zotavení plošné textilie
ε_{E0}	[-]	okamžitá elastická deformace
ε_{Ez}	[-]	deformace elastická zotavená
ε_p	[-]	plastická deformace
τ	[h]	čas zotavení
σ_{α_s}	[rad]	přesnost výběrového průměru

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Stálost tvaru a vzhledu textilie	10
3. Mačkavost textilií.....	11
3.2.1. Vliv chemických vlastností vláken	12
3.2.2. Vliv struktury textilie	13
3.3.1. Nemačková úprava	13
3.4.1. Visuální stanovení	15
3.4.1.1. Zkouška zmačkáním v ruce	15
3.4.1.2. Zkouška nošením.....	15
3.4.1.3. Zjišťování mačkavosti po praní.....	15
3.4.1.4. Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce	16
3.4.2. Měření vzdálenosti krajů	18
3.4.2.1. Metoda EMPA.....	18
3.4.2.2. Metoda AKU	19
3.4.3. Úhlové metody	20
3.4.3.1. Měření na přístroji UMAK.....	22
3.4.3.2. Měření úhlu zotavení u horizontálně složeného vzorku.....	24
3.4.4. Speciální metody	25
3.4.4.1. Měření úhlu zotavení u vlněných tkanin	25
3.4.4.2. Metoda Dupon.....	27
3.4.5. Alternativní metoda 3D	28
4. Experimentální část	30
4.1. První část experimentu	30
4.2. Druhá část experimentu.....	36
4.3. Porovnání výsledků a vyhodnocení spolehlivosti alternativní metody 3D	44
5. Návrh přípravy a měření vzorků pro alternativní metodu 3D.....	49
5.1. Příprava vzorku na principu metody dutého válce	49
5.2. Úhlová metoda 3D	49
6. Závěr.....	52
Seznam použité literatury a použitých zdrojů	54

1. Úvod

Textilie jsou součástí lidského života už po staletí. Používáme je v mnoha oblastech lidské činnosti. Pro jejich používání v daných oblastech jsou důležité dané užité vlastnosti. Tyto vlastnosti se mohou navzájem doplňovat a ovlivňovat. Záleží na použitých vláknech, přízích a jejich geometrických, mechanických, fyziologických a estetických vlastnostech.

U textilií používaných k pokrytí lidského těla je kladen důraz na vlastnosti, které ovlivňují vzhled výrobku v průběhu nošení. Mezi tyto vlastnosti lze zařadit omak, sklon ke žmolkování, barevná a tvarová stálost a mačkavost.

Vzhledem k vzrůstajícím požadavkům na kvalitu oděvu je potřeba snadnějšího a rychlejšího zjišťování vlastností textilií. Jednou z těchto vlastností je i mačkavost, která se dá měřit pomocí standardních metod. Většina těchto metod popisuje zmačkání textilie na základě geometrických změn při uspořádaném pomačkání vzorku, nebo subjektivně na neuspořádaně pomačkaném vzorku. Ovšem tyto metody jsou buď časově náročné nebo neobjektivní. Na katedře oděvnictví bylo sestrojeno laserové skenovací zařízení, které simuluje reliéf měřené textilie na základě 3D geometrie.

Úkolem této bakalářské práce je vypracování rešerše na hodnocení mačkavosti plošných textilií, porovnání a spolehlivosti naměřených hodnot na laserovém skenovacím zařízení s hodnotami naměřenými standardní metodou, na přístroji UMAK.

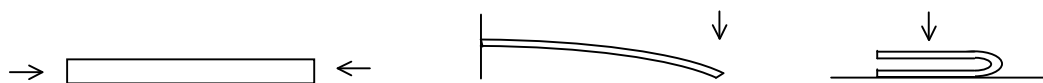
2. Stálost tvaru a vzhledu textilie

Plošná textilie (technická i oděvní) je zpracováváním a během používání vystavena řadě fyzikálních vlivů, jako jsou sluneční záření, teplo, vlhkost, rozpouštědla atd., které ovlivňují její stálost v zachování jejích parametrů. Tyto stálosti rozdělujeme do dvou hlavních skupin: stálost vzhledu (vybarvení) a stálost tvaru (srážlivost, mačkavost atd.).

Při rozměrových změnách dochází k odezvě v deformaci textilie, která je buď v ploše (v rovině) nebo v prostoru. Vlivem působení sil v rovině je následkem srážlivost, v ploše se jedná o tuhost v ohybu, splývavost a mačkavost. Deformace se v mnoha případech objevují v kombinované formě těchto základních typů. [1,2]

a) Deformace v rovině

b) Deformace v prostoru



Obr.č.1: Změny tvaru plošné textilie působením vnitřních i vnějších sil

Těmito tvarovými změnami se mění základní parametry i ostatní reprezentační znaky oděvu. Ke zvýraznění tvarových změn přispívá i tělesná teplota a vlhkost (fyziologický faktor).

3. Mačkavost textilií

Mačkavost textilií patří mezi reprezentativní vlastnosti. Můžeme ji hodnotit objektivně, výsledek pak bude vyjádřen určitou číselnou hodnotou, nebo subjektivně, tedy podle názoru hodnotitele. Při vysokých hodnotách výskytu mačkavosti dochází k narušení vzhledu, a tudíž i celkově ke snížení užité hodnoty. Proto je snaha tuto vlastnost minimalizovat.

Vlivem módních trendů však nemusí být nadměrný, téměř až pravidelně zmačkaný vzhled textilie brán jako negativní jev. Ale i přes to stále převládá snaha o vytvoření textilie, která nebude vykazovat změny svého reliéfu. Za kvalitní oděv z hladké textilie je stále považován ten, který bude bez nežádoucích skladů a záhybů způsobených sezením a nošením.

3.1. Definice mačkavosti

Mačkavost plošných textilií je vlastnost, která charakterizuje jejich odolnost k vytváření skladů a lomu, zároveň i schopnost vyrovnání dočasné deformace.

Pro hodnocení stavu mačkavosti elementárního vzorku je několik jednotek. Stupeň mačkavosti je určován vizuálním porovnáním s etalonem po stanovené době zotavení. Mačkavost se dá vyjádřit i pomocí úhlu zotavení, který měříme po odlehčení zatěžovaného vzorku.

Mačkavost textilie nebo naopak nemačkavost je schopnost vyrovnávat dočasné deformace textilie po zmačkání. Deformace mohou být plastické a elastické (v průběhu času zaniká). [3,4]

3.2. Činitelé ovlivňující mačkavost

Na mačkavost, tedy dočasnou deformaci textilie a schopnost vyrovnání zmačkané textilie, mají vliv mechanicko-fyzikální a chemické vlastnosti vláken a také jejich textilní zpracování v průběhu celého výrobního procesu v přádelnách, tkalcovnách, zušlechťovnách atd. Další vliv, který nesmíme opomenout, jsou klimatické podmínky, v nichž je textilie zkoušená.

3.2.1. Vliv chemických vlastností vláken

Příčina vzniku mačkavosti textilních materiálů velice úzce souvisí se strukturou a morfologickou stavbou vláken.

Při zkoumání jednotlivých textilních materiálů se dospělo k jejich seřazení od nejnižší hodnoty mačkavosti k nejvyšší v následujícím pořadí:

Vlna

Nejméně mačkové je vlněné vlákno. Jeho šupinatý střechovitě uspořádaný povrch a jádro, které je tvořeno z podlouhlých zploštělých buněk, dodávají vláknu charakteristickou pružnost a ohebnost.

Přírodní hedvábí

Vlákno přírodního hedvábí, složené z fibroinu a z bílkovin, má od vlny odlišnou strukturu. Fibroinový řetězec není schopen takové pružnosti jako kreatin u vlny, přesto jej můžeme také považovat za téměř nemačkový, a to díky neorientované povrchové vrstvě.

Vlákna na bázi celulózy

Vlivem silně orientované a dobře uspořádané struktury vláken, mají vlákna na bázi celulózy malou odolnost v ohybu, a proto jsou náchylná na mačkavost. Tu také zvyšuje vnější orientace micel a těsnější uspořádání sil působících v nerozvětvených molekulách celulózy, které omezují volnost pohybu.

Bavlna

Bavlněná vlákna obsahují značné množství intermicelárních kapilár, které způsobují mačkavost bavlněných vláken.

Len

Lněná vlákna jsou v podstatě tvořena celými shluky jednotlivých vláken. Jejich vnitřní morfologická stavba způsobuje vysokou mačkavost.

Částečný vliv na mačkavost má také tvar a jemnost vláken. Vlákná s příčným kruhovým průřezem mají menší sklon k mačkání než vlákna s eliptickým, ledvinovým, hvězdicovým, nebo nepravidelným průřezem. Zjistilo se, že čím je vlákno hrubší, tím je elastičtější, což ovlivňuje i mačkavost.

3.2.2. Vliv struktury textilie

Mačkavost textilie ovlivňuje i její zaplnění. Extrémně zaplněné tkaniny a pleteniny jsou více mačkové, protože v nich působí větší kontaktní síly mezi vlákny. Je to vlastně vnitřní tření, neboli vliv viskózní a třecí složky deformace textilie.

Mezi další faktory ovlivňující mačkavost zahrnujeme mimo jiné vliv příze, vliv konstrukce plošné textilie, vliv směru, ve kterém tuto vlastnost měříme a další. [5,6,7]

3.3. Způsoby omezení mačkavosti

Během výroby prochází textilie různými procesy. Jedním z procesů je i zušlechťování, jehož součástí je i finální stabilizační úprava, do které zahrnujeme nesrážlivé, nemačkové, nežehlivé aj. úpravy.

3.3.1. Nemačková úprava

Tato úprava se provádí u celulózových materiálů pro zvýšení elastických modulů vláken. Takto upravené textilie jsou schopny rychlého zotavení během nošení a vyrovnaní vzniklých lomů.

Aby se snížila mačkavost, musí se vytvořit vazba mezi síťovacím prostředkem a OH-skupinami celulózy. Přípravky rozdělujeme podle jejich vlastností a reakčního mechanismu síťování na samosíťující prostředky a reaktanty.

Podle obsahu vlhkosti při úpravě materiálu rozlišujeme síťování za mokra (vlhkost textilie 60-80%), kdy se jedná o **nežehlivou** úpravu, a za sucha (vlhkost textilie 0,5-2%), mluvíme o **nemačkové** úpravě. [8]

3.4. Metody hodnocení mačkavosti

Vlastní měření mačkavosti je stále aktuální téma. S vyššími požadavky na kvalitu výrobku roste i požadavek na urychlení a zjednodušení měření mačkavosti, aby se tato vlastnost mohla eliminovat.

Jsou různé metody pro vyjádření reálného číselného rozdílu mačkavosti plošných textilií, přesto však žádná z nich nevystihuje namáhání při praktickém nošení.

Metody pro stanovení mačkavosti plošných textilií můžeme rozdělit :

- podle způsobů použité metody měření

- vizuální stanovení
 - měření vzdálenosti krajů
 - úhlové metody
 - speciální metody

- podle způsobu stlačení vzorku plošné textilie při zatížení

- uspořádané pomačkání - tyto metody zahrnují složení, zatížení, odlehčení a vyhodnocení vzorku
 - neuspořádané pomačkání - simuluje pomačkání, vznikající při nošení oděvního výrobku. Vyhodnocení mačkavosti není přesné, vzorek se porovnává s etalonem. [4]

Pro stanovení mačkavosti existuje mnoho různých metod, které využívají různé přístroje a způsoby měření. Nejvyužívanější jsou metody měření úhlu zotavení a pokrokové speciální metody založené na opticko-elektrickém principu. Některé metody vyžadují přesné provedení zkoušky, a proto jsou postupy, použité přístroje a vzorky přesně popsány v normách. Metody nevyžadující maximální přesnost nejsou normou popsány.

3.4.1. Visuální stanovení

Základem vizuálního způsobu stanovení pomačkání textilií je subjektivní pozorování, které je rozhodující, protože při praktickém nošení se mačkavost oděvu posuzuje a hodnotí vizuálně. Protože jej však nelze vyjádřit číselně, není toto hodnocení použitelné při výstupní kontrole plošných textilií.

3.4.1.1. Zkouška zmačkáním v ruce

Textilii zdeformujeme pomačkáním v suché ruce po dobu pěti sekund. Poté ruku rychle rozevřeme a sledujeme, jak rychle se textilie vyrovnává. Způsob zjišťování kroucením a uzlem je na stejném principu jako pomačkání v ruce.

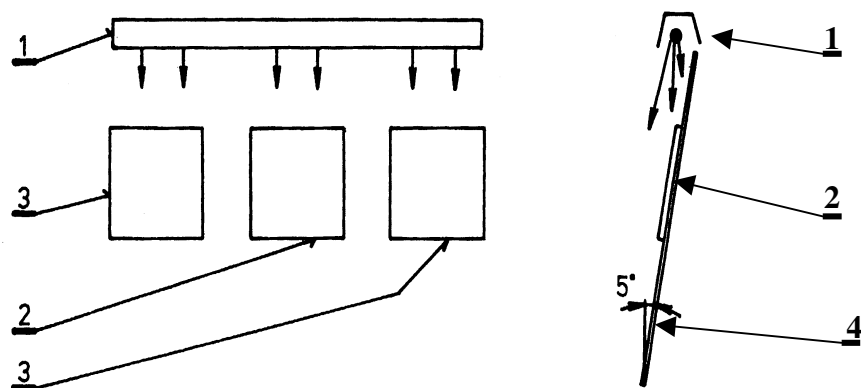
Jakou rychlostí se lomy a záhyby vyrovnají, závisí na vlastnostech materiálu. Čistá vlna se vyrovná rychleji než bavlna nebo len. [1,4]

3.4.1.2. Zkouška nošením

Jednou z nejjednodušších metod je praktická zkouška. Ze zkoušeného druhu textilie se zhotoví zkušební vzorky oděvů (sukně, kalhoty, halenky apod.) a pro každý z těchto oděvů se stanoví místo, na kterém se hodnotí mačkavost. Zkušební vzorek se hodnotí přímo na nositeli v tom místě, které nejvíc ruší celkový vzhled.

3.4.1.3. Zjišťování mačkavosti po praní

Tento způsob hodnocení mačkavosti se zpravidla provádí u prádlařských textilií. Pro tuto zkoušku se používají vzorky o velikosti 400 x 400 mm, které mají zajištěné okraje proti třepení. Tyto vzorky se vloží do bubnové pračky, která je předem připravená na určitý teplotní režim. Po vyprání se vzorky neždímají a vysuší se ve vertikální poloze v klimatizovaném prostředí. Výsledné zmačkání se porovnává při šikmém osvětlení s plastickými etalony. Etalony mají stupnici od 1 do 5, přičemž stupeň 1 znamená největší zmačkání. [9]



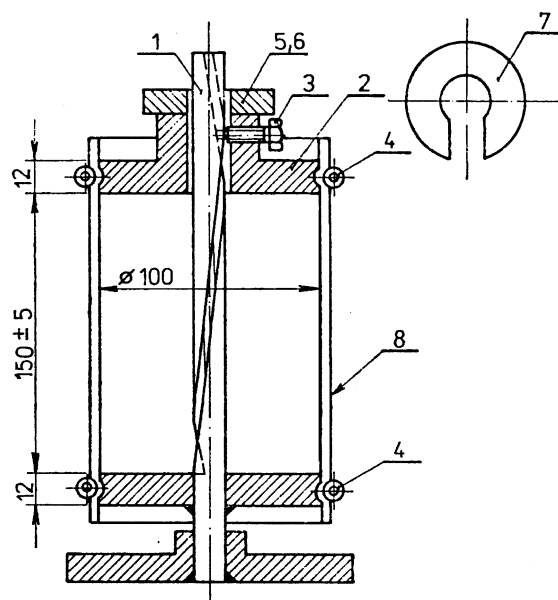
Obr. č. 2: Etalonové srovnávání mačkavosti po praní

1 – osvětlovací lampa, 2 – zkoušený vzorek, 3 – etalon, 4 – zešíkmená podložka vzorku

3.4.1.4. Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce

Metoda spočívá ve stanovení odolnosti proti tvoření skladů a lomů po zatížení elementárního vzorku plošné textilie svinutého do tvaru dutého válce a v hodnocení jeho vnějšího vzhledu při porovnání s trojrozměrnými etalony.

Pro zkoušku jsou zapotřebí z daného materiálu 2 vzorky v podélném a 2 v příčném směru o rozměrech 325 x 200 mm. Kratší strany elementárních vzorků musí být rovnoběžné se zkoušeným směrem plošné textilie.



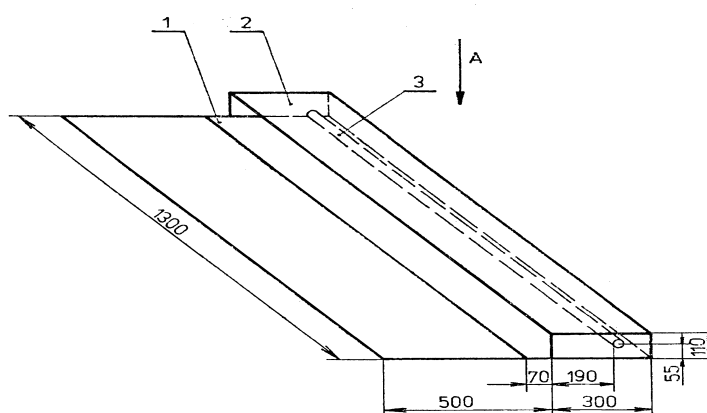
Obr. č. 3: Přístroj pro mačkání vzorku

1-osa přístroje se šroubovitou drážkou, s podstavcem a spodní deskou,
2-horní deska, 3-zajišťovací šroub, 4-kruhová vinutá pružina, 5,6-závaží zahrnující hmotnost
horní desky, šroubu a vinuté pružiny, 7-samostatné závaží, 8-zkoušená textilie

Pro zajištění přesnosti měření se označí na líc elementárního vzorku linka ve vzdálenosti 10 mm od okraje. Elementární vzorky nesmí obsahovat vady, sklady a lomy.

Zkouška se provádí v klimatických podmínkách. Vzorek se upne do přístroje pomocí vinutých pružin. Pro zatížení se používají závaží od 1 do 6 kg. Vzorek se zatěžuje po dobu 10 nebo 20 minut. Zotavení vzorku probíhá od 5 do 60 min.

Hodnocení mačkavosti se provádí při stejnoměrném osvětlení elementárního vzorku a etanolů a provádějí ho nejméně 2 osoby. Z naměřených hodnot se vypočítá aritmetický průměr mačkavosti samostatně pro podélný a příčný směr. Výsledkem zkoušky je nejnížší hodnota ze získané zkoušky. [3]



Obr. č.4 : Skříňka pro hodnocení výsledků zkoušky

1-linka pro položení vzorku a etalonu, 2-kryt světelného zdroje, 3-zářivka se studeným bílým světlem (40W), A- stanoviště hodnotitele

Stupeň mačkavosti	5	4	3	2	1
Označení etalonu	5/4	4/3	3/2	2/1	

Obr. č. : Srovnávací stupnice etalonů

3.4.2. Měření vzdálenosti krajů

Zde je využito změn vzdálenosti krajů zkušebních vzorků textilie před a po zmačkání. Tohoto využívají například metody EMPA a AKU

3.4.2.1. Metoda EMPA

Tato metoda simuluje zotavení šatů na ramínku a někdy se nazývá též **harmoniková** nebo **skládačková**.

Pro zkoušku potřebujeme vzorek textilie o rozměrech 200 x 50 mm, který zpřehýbáme do skládačky ve tvaru harmoniky a zatížíme jej. Po odlehčení zkoušený vzorek zavěsíme za jeden jeho konec a měříme jeho vertikální zotavení délku l_z v čase t (Obr. č.5). Zotavení bude probíhat rychleji než u úhlových metod, protože na textiliu působí i její vlastní tíha G .

Vyhodnocení zotavení je dáno vztahem:

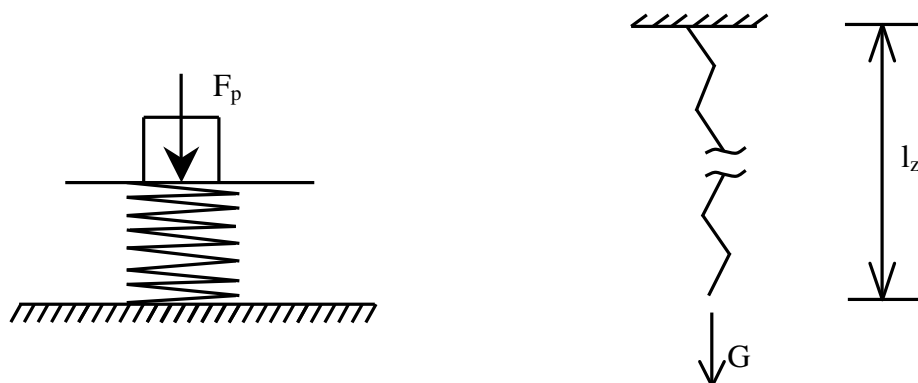
$$Z = \frac{l_o - l_z}{l_o} * 10^2 \text{ [%]} \quad (1)$$

kde: l_o ...původní délka vzorku

l_z ...zotavená délka vzorku

nebo pomocí úhlového zotavení vzorku:

$$\cos \alpha = \frac{l_z}{l_o} \text{ [-]} \quad (2)$$



Obr. č. 5: Zjištění mačkavosti harmonikovou metodou

Tato metoda není moc přesná, příprava vzorků je složitá a měření ovlivňuje hmotnost vzorku. Využívá se jen zřídka.

3.4.2.2. Metoda AKU

Jedná se o metodu s použitím válcového vzorku a využívá se i u pletenin.

Vzorky jsou buď sešity z pruhu textilie nebo přímo vyrobeny ve tvaru válce. Vzorek se upne do dvou kruhových čelistí s lehkým napětím. Horní čelist se z polohy A po odaretování s pootočením spustí po vodícím kolíku s drážkou na doraz k dolní čelisti. Textilie se zmačká jak stlačením, tak i šikmo v důsledku pootočení horní čelisti.

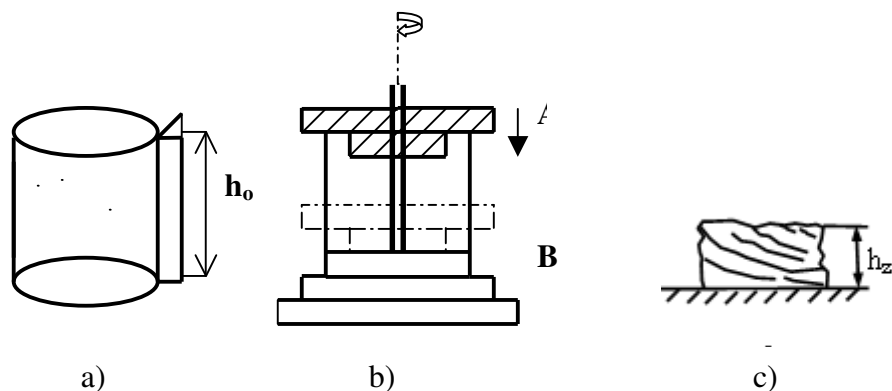
Po odlehčení horní čelisti a čase t odečteme výšku zdeformovaného vzorku. [1,2,4]

Zotavení zjistíme pomocí vztahu:

$$Z = \frac{h_z}{h_o} * 10^2 \quad [\%] \quad (3)$$

kde : h_ovýška původního vzorku [mm]

h_zvýška zmačkaného vzorku [mm]



Obr. č. 6: Mačkovost podle metody AKU

a) původní vzorek, b) kruhové čelisti, c) vzorek po deformaci

3.4.3. Úhlové metody

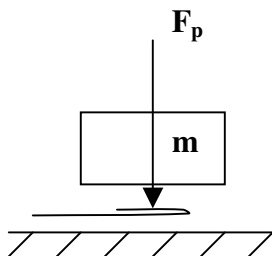
Tyto metody jsou založeny na zjišťování úhlu svírajícího mezi rameny zkoušeného vzorku. Na měření tohoto úhlu jsou založené např. německá a stříšková metoda, UMAK aj.

Základní teorie prostorových deformací a jejich zotavení

Při zjišťování mačkovosti pomocí úhlových metod se vychází ze simulace, při níž se proužek textilie zatíží tlakovou silou F_p , která je vytvořená závažím o hmotnosti m v čase t_z a v době t_o se odlehčí.

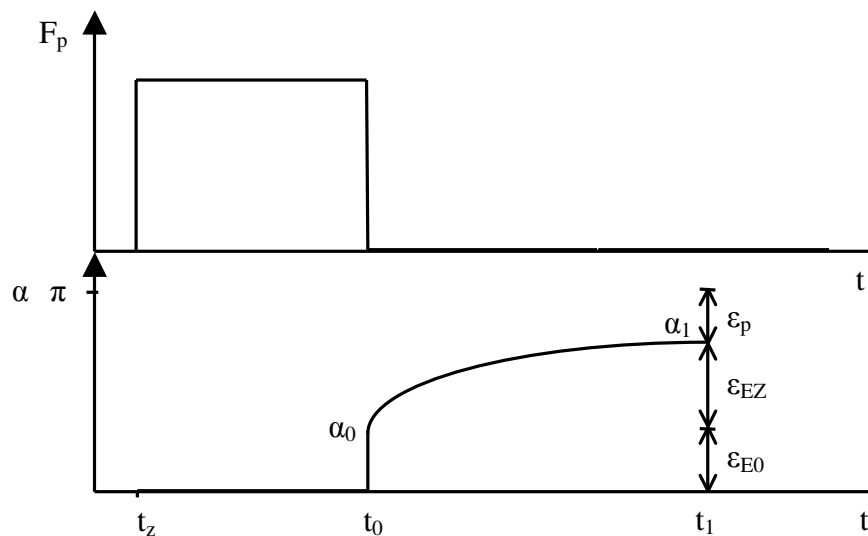
Při zatížení dojde k ohybu vláken vlivem působení vnějších sil, což způsobí změnu stavby vnitřní vazební struktury. K deformacím dochází od nití až po plošné textilie.

Po odlehčení se vzorek okamžitě vrátí na hodnotu α_0 , jež je ekvivalentní okamžité elastické deformaci ϵ_{E0} . Dále postupně dochází k zotavování, které je zakončeno konstantní hodnotou α v čase t_1 .



Obr. č. 7.: Zatěžování přehnutého proužku textilie

Úhel elastického zotavení α_{EZ} , který je ekvivalentní zotavení elastické deformace ϵ_{E0} , získáme rozdílem $(\alpha_1 - \alpha_0)$. Úhel, který na textili zůstane je zbytkový úhel $\alpha_t = (\pi - \alpha_1)$ a charakterizuje se jako plastická deformace. [1]



Obr. č. 8: Časový režim zatížení a odlehčení proužku textilie

ϵ_{E0} - deformace elastická okamžitá, závislá na F_p , zatěžovacího času (t_0 - t_2) a fyzikálních podmínkách při měření (teplota, vlhkost)

ϵ_{EZ} - deformace elastická zotavená

ϵ_p - deformace plastická – závisí na množství vazeb ve vláknech, které byly trvale přestavěny

Schopnost textilie opět zaujmout původní tvar představuje průběh křivky zotavení α_t , pro které platí vztah:

$$\alpha_t = \alpha_0 (10^2 t)^c \quad (4)$$

Kde: α_0 ... úhel po okamžitém odlehčení

$$\log \alpha_0 = \log \alpha_{60} - 3,5 \log \frac{\alpha_{60}}{\alpha_5} \quad (5)$$

t ... čas

c ... rychlostní konstanta zotavení

Pro úplné zotavení je zapotřebí vypočítat zotavovací čas τ [h]:

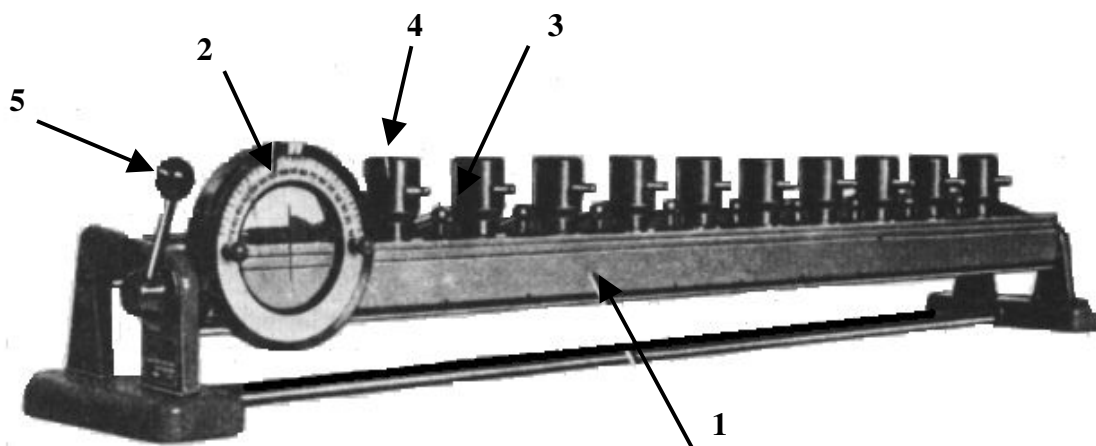
$$\tau = \frac{\sqrt[3]{\frac{180}{\alpha_0}}}{6 \cdot 10^3} \quad [\text{h}] \quad (6)$$

3.4.3.1. Měření na přístroji UMAK

Tato metoda umožňuje práci bez přenášení vzorků. Zkoušený vzorek se přeloží o 180° a zatíží závažím o hmotnosti 1000g na dobu 60 min. Po odstranění závaží se změří úhel zotavení po 5 minutách, tj. okamžitá deformace, další měření úhlu proběhne po 60 minutách, kde zjistíme trvalou deformaci.

Pro zkoušku jsou zapotřebí vzorky tkaniny o rozměrech 50x20mm. Stříháme je ve směru osnovy a útku. Z každého směru bude po 10-ti vzorcích. Měření se provádí jak ze směru líce, tak i z rubu.

Vzorky se před zkoušením klimatizují.



Obr. č. 10: Přístroj UMAK Kovostav

1- základový nosník, 2- pojízdná měřicí hlava, 3- odpružený knoflík, 4- závaží, 5-ruční páka

Zkoušené vzorky se upnou pod vrchní planžety. Z 10-ti osnovních vzorků se jich 5 vloží lícem nahoru a zbylých 5 lícem dolů. To samé se provede u vzorků střižených ve směru útku. Přeložení vzorku se odměří podle rysek, které jsou naznačeny na základovém nosníku. Délka přeložení je závislá na hmotnosti textilie:

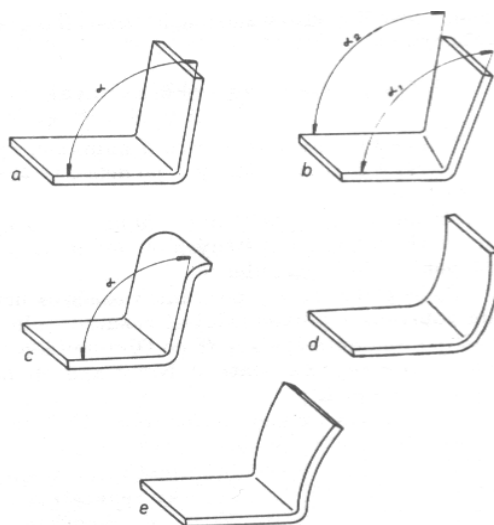
Hmotnost textilie	Přeložení
do 100 g/m ²	5 mm
101 až 500 g/m ²	10 mm
Nad 500 g/m ²	15 mm

Tab. č. 1: Hmotnost a přeložení vzorků

Správné přeložení proužku je přesně v kraji lamely a po niti. Přehnutí se provádí pomocí planžetového nože.

Měřený úhel je ten, který svírá volné rameno proužku a vodorovná základna. Změří se přisunutím pojízdné měřicí hlavy a natočením kruhové stupnice do souhlasného směru s volným koncem vzorku textilie. [4,10]

Proužek může mít po zotavení různý tvar a sklon:



Obr. č. 11: Pět základních tvarů zotavených proužků

- a) Rameno je rovné a má stejný sklon vpředu i vzadu (Obr.č.11.a)
- b) Rameno je rovné, ale má vpředu jiný sklon než vzadu (Obr.č. 11..b)
- c) Rameno je částečně rovné a částečně zahnuté (Obr.č.11.c)
- d) Rameno je vyduté (Obr.č.11.d)
- e) Rameno je vypuklé (Obr. č. 11e)

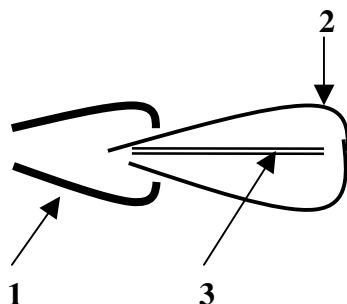
3.4.3.2. Měření úhlu zotavení u horizontálně složeného vzorku

Tato metoda je popsána v normě ČSN 80 0820, jejíž celý název zní: „Zjišťování mačkovosti. Schopnost zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení“.

Pro zkoušku je za potřebí nejméně 20 vzorků o rozměrech 40x15mm. Polovina zkušebních vzorků se odebere ve směru osnovy, u pletenin sloupku, a druhá polovina ve směru útku, u pletenin řádku.

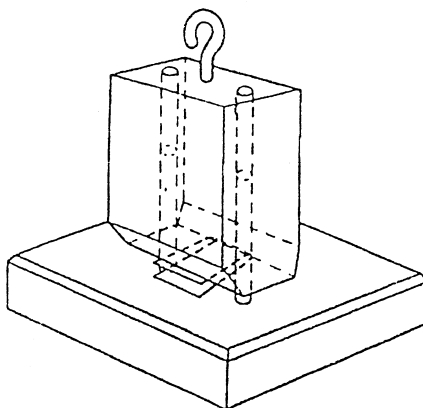
Připravené vzorky se klimatizují nejméně 24 hod v při teplotě $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $(65 \pm 2) \%$. Po klimatizaci se se vzorky manipuluje pouze pinzetou nebo pryžovými náprstky.

Zatěžování vzorků se provádí tak, že se konce vzorků přeloží na sebe a drží pinzetou ve vzdálenosti max. 5 mm od konců. Mají-li povrchy vzorků sklon lpět na sobě, vloží se mezi ramena vzorku list papíru nebo kovová folie o rozměrech 18x15mm. Pak se vzorek umístí na označené místo na spodní desce zatěžovacího zařízení a zatíží se. Polovina zkušebních vzorků se přeloží lícem do sebe a druhá polovina lícem nahoru.



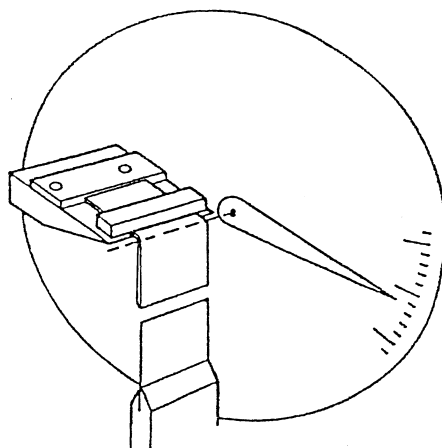
Obr. č. 12: Složený vzorek

1-pinzeta, 2-vzorek, 3-papír nebo kovová folie



Obr. č. 13: Zařízení s vertikálním vedením pro zatížení vzorku

Takto připravené vzorky se zatíží na dobu 5 min. Poté se zatížení plynule odstraní, aby se vzorek nerozevřel náhle. Pomocí pinzety se přemístí do držáku vzorku přístroje na měření úhlu zotavení. Po dobu 5 min se vzorek zotavuje a během té doby se zároveň přístroj průběžně nastavuje tak, aby volné rameno bylo stále ve svislé poloze. U vzorků, které mají tendenci se kroutit, se odečítá úhel zotavení na svislé rovině, která prochází středem ramene a osou kruhové stupnice. [11]



Obr. č.14: Přístroj pro měření úhlu zotavení

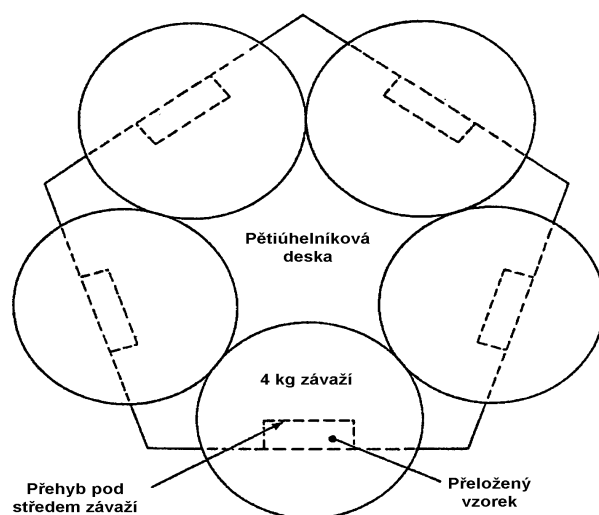
Vyhodnocení zkoušky je pomocí aritmetického průměru s přesností na 1 stupeň pro líc a líc vzorku, rub a rub vzorku, jak ve směru osnovy, tak ve směru útku.

3.4.4. Speciální metody

3.4.4.1. Měření úhlu zotavení u vlněných tkanin

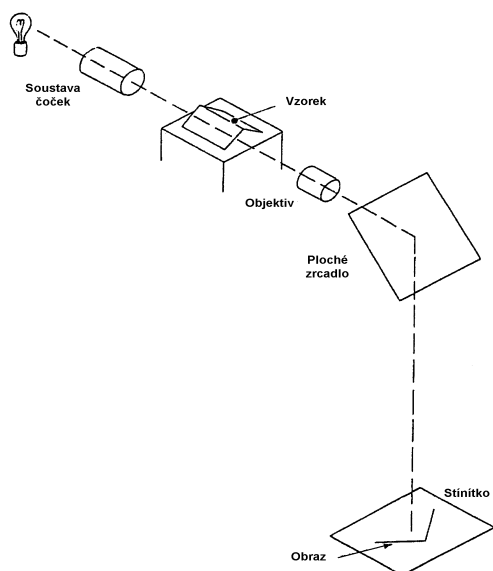
Jak už sám název napovídá, tato metoda se používá u vlněných tkanin a u tkanin směsových s vlnou, které mají tloušťku v rozmezí 0,13 – 1 mm. Jedná se sice o metodu úhlovou, ale úhel zotavení se měří zcela odlišně, jak u ostatních úhlových metod.

Měření se provádí na vzorcích o rozměrech 17x25mm. Vzorky se přeloží na polovinu a vloží se mezi dvě rovnoběžné desky ve tvaru pětiúhelníku. Každý vzorek se zatíží válcovým závažím o průměru 25mm a hmotnosti 4 kg. (obr. 15)

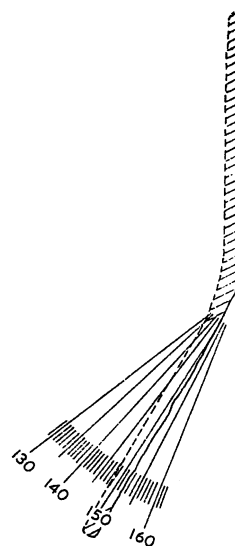


Obr.15.: Mačkání vlněných vzorků

Zatěžování vzorků probíhá po dobu 90 minut při klimatických podmínkách, kde relativní vlhkost vzduchu činí 85% a teplota 30°C. Po odlehčení se vzorky zotavují po dobu 30 minut při klimatických podmínkách 65% relativní vlhkosti a teploty 20°C. Poté se vzorky přemístí na podložku a nasvítí soustředným světlem. Optickým projektorem se profil úhlu zotavení 10x zvětší a promítá na zrcadlo, které odráží obraz na stínítko. Úhel zotavení se měří na obrazu, který vznikne na stínítku pomocí úhloměru. [14]



Obr.16.: Optický projektor

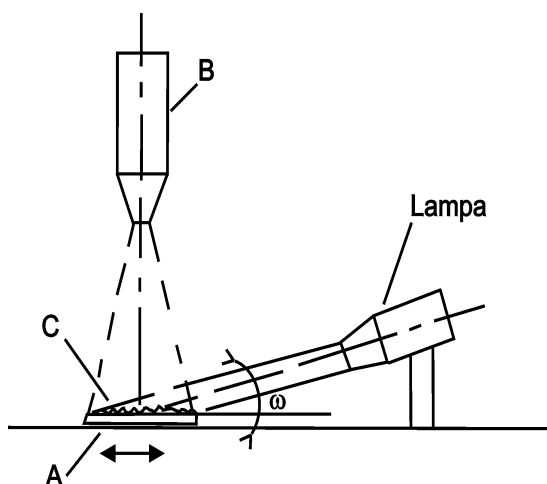


Obr.17.: Měření promítaného obrazu zmačkaného vzorku úhloměrem

3.4.4.2. Metoda Dupon

Jedná se o metodu, která se používá pro hodnocení mačkavosti u plošných textilií s nemačkovou úpravou.

Zmačkaný vzorek textilie se položí na stolek, který vykonává přímočarý pohyb. Poté se osvětlí lampou pod úhlem ω , který svírá s podložkou úhle 9° - 15° . Ke stolku, který vykonává kolmý pohyb (A) je umístěna rychlostní kamera (B). Touto kamerou se snímají stíny, které jsou způsobeny přehyby zmačkaného vzorku (C).

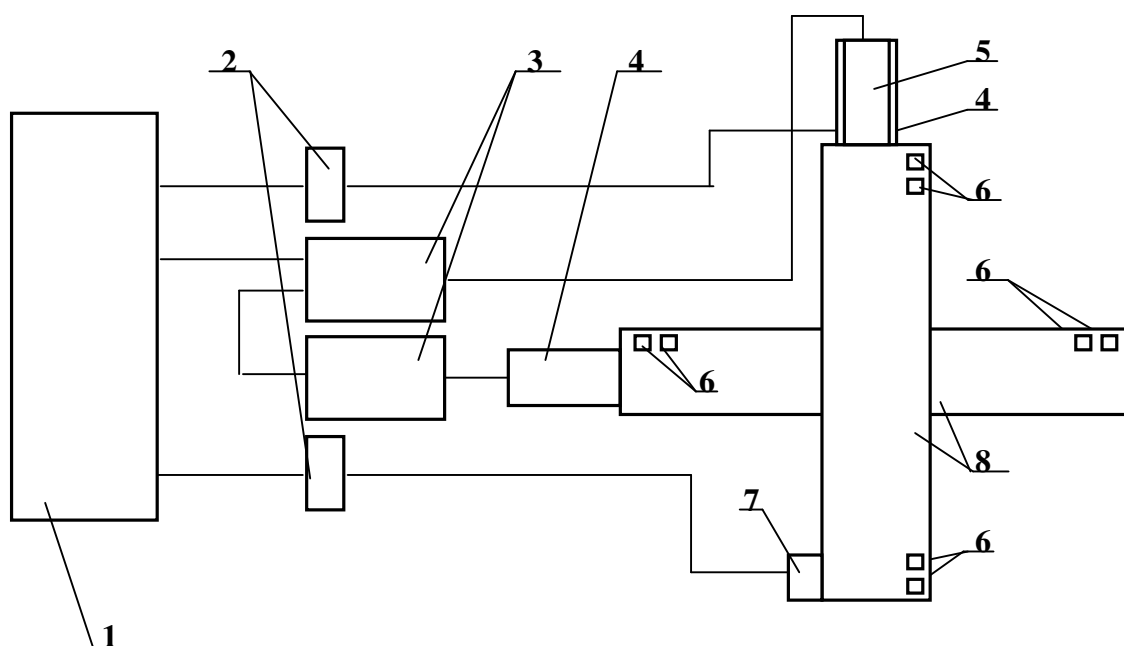


Obr. č. 18: Přístroj Dupon na měření mačkavosti

Na základě těchto nasnímaných stínů se sestrojí grafy, které charakterizují mačkavost tkanin. [12,13]

3.4.5. Alternativní metoda 3D

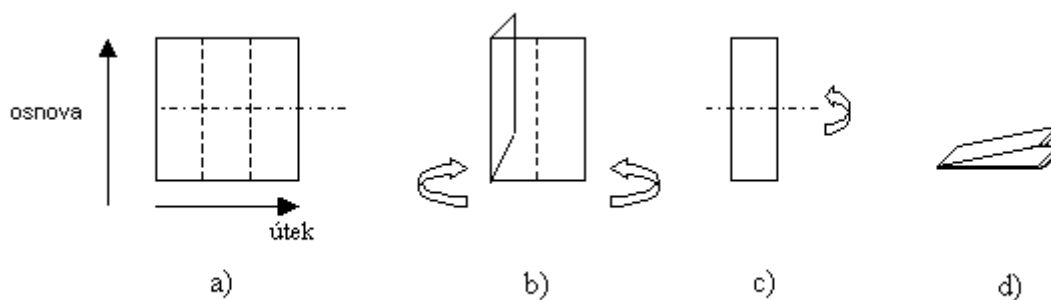
Jedná se o bezkontaktní metodu, která vyhodnocuje zmačkání textilie na základě dat získaných pomocí laserového paprsku, zaznamenaných do PC. Laserový paprsek snímá reliéf textilie. Vyhodnocení zmačkání textilie se uskutečňuje na základě porovnání maximálních a minimálních hodnot, které byly nasnímány. Zpracování dat probíhá v programu Matlab 7.1.



Obr.19.: Blokové 3D přístroje

1-PC s měřicí kartou; 2-svorkovnice; 3-desky pro řízení krokových motorů;
4-krokové motory; 5- snímač polohy a posuvu; 6-mikrospínače;7-snímač pro měření vzdálenosti; 8-lineární posuvy

Pro zkoušku jsou zapotřebí vzorky o rozměrech 10x10 cm. Ovšem snímaná plocha je jen 8x8 cm, protože kraje bývají mnohdy nevhodně zdeformovány. Vzorky se položí lícem na podložku a 2x se přehne po ose ve dvou třetinách jeho šířky (obr. 20.)



Obr. č. 20 : Příprava vzorku pro bezkontaktní měření

Takto připravený vzorek se zatíží závažím o hmotnosti 2kg na dobu 30 min. Poté se vzorek odlehčí, rozloží a nechá se relaxovat 30 min. Pak se umístí na základní desku pod laserový snímač do vyznačené oblasti. Je vhodné jej upevnit, aby nedošlo k jeho pohybu, což by mělo za následek nepřesnost měření. Poté se zapnou všechny přístroje včetně počítače a programu, ve kterém se zadávají příkazy pro jednotlivé úkony. Před samotným snímáním se musí nastavit cesta k příslušnému adresáři, kde je uložený program pro snímání. Do příkazového řádku komunikačního okna se vloží příkaz **snimani**. Před úplným začátkem snímání se musí ještě provést reset paměťové řídicí desky. Pomocí tlačítka enter se uvede snímání do chodu. Po skončení snímání systém vyhodnotí vzorek a do komunikačního okna zapíše stupeň zmačkání jak slovně, tak i pomocí koeficientu **k** (číselná hodnota). Součástí programu je i reliéf nasnímané textilie. K dispozici jsou grafy jak vytvořené přímo z naměřených hodnot, tak i upravené filtrem.

Kategorie zmačkání:

- 1- vzorek je téměř nezmačkáný
- 2- vzorek je slabě zmačkáný
- 3- vzorek je středně zmačkáný
- 4- vzorek je značně zmačkáný
- 5- vzorek je velmi zmačkáný

Koeficient **k** vyjadřuje stupeň pomačkání u textilie v dané kategorii a nabývá hodnot 1-6. **k1** označuje vzorek nejméně zmačkáný v příslušné kategorii a **k6** naopak maximální možnou hodnotu zmačkání. [15,16]

4. Experimentální část

Cílem této práce je ověření funkčnosti alternativní metody 3D hodnocení mačkovosti plošných textilií. Experiment je založen na porovnání hodnot, které vycházejí z již existující, ověřené úhlové metody UMAK a hodnot, které vycházejí z měření alternativní metodou 3D. Pro obě části experimentu je použito 26 druhů plošných textilií.

4.1. První část experimentu

První část experimentu je provedena na přístroji UMAK Kovostav, který byl k dispozici na katedře textilních materiálů.

Pro každý zkoušený materiál je zapotřebí 5 vzorků z každého směru (líc, rub, osnova a útek) o rozměrech 20 x 50 mm. Měření se provedlo podle postupu, který je popsáný v kapitole 3.4.3.1., s tím rozdílem, že byly změněny časy zatížení a odlehčení ze 60 minut na 30 minut. Ke změně proběhlo na základě zjištění, že úhel zotavení odpovídal hodnotám, které vycházely po 60 minutách.

Číslo vzorku	Vazba vzorku	Materiálové složení	Hmotnost [g/m ²]	Přeložení [mm]
1.	kepr	vlna, polyester	199,5	10
2.	kepr	vlna, polyester	214,2	10
3.	plátno	vlna, polyester	166,6	10
4.	plátno	vlna, polyester	193,8	10
5.	rips	polyester	177,9	10
6.	plátno	vlna, polyester	147,4	10
7.	plátno	polyester	116,9	10
8.	kepr	vlna, polyester	204,3	10
9.	plátno	lyocel	173,4	10
10.	kepr	vlna, polyester	350,4	10
11.	plátno	viskóza	96,8	5
12.	plátno	polyester	98,8	5
13.	plátno	polyester	79,4	5
14.	kepr	vlna, polyester	280,2	10
15.	plátno	bavlna	105,5	10
16.	plátno	bavlna	177,9	10
17.	plátno	bavlna	118,3	10

18.	kepr	bavlna	264,3	10
19.	kepr	bavlna	486,8	10
20.	kepr	bavlna, polyester	199,3	10
21.	pletenotkanina	len, polyester	123,4	10
22.	plátno	bavlna	136,8	10
23.	kepr	viskóza	109,7	10
24.	plátno	vlna, polyester	177,7	10
25.	plátno	polyester	95,2	5
26.	kepr	bavlna, polyester	333,2	10

Tab. č. 2: Vazba, materiálové složení, hmotnost a přeložení vzorků
Vzorky materiálů jsou uvedeny v příloze č. 1

V následující tabulce jsou uvedeny vypočítané hodnoty, které vychází z naměřených hodnot úhlů zotavení. Průměrné zmačkání je vypočítáno jak z okamžité deformace měřené po 5 minutách po odlehčení, tak i z trvalé deformace měřené po 30 minutách.

Vzorce pro vypočítání statistických údajů:

Skutečný průměr po 30 minutách:

$$\alpha_s = \alpha_o + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_o) \text{ [rad]}$$

(7)

Směrodatná odchylka pro úhel zotavení:

$$s = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_o)^2 - n(\alpha_s - \alpha_o)^2 \right]} \text{ [-]}$$

(8)

Variační koeficient:

$$v = \frac{s}{\alpha_s} 100 \text{ [%]}$$

(9)

Pravděpodobná chyba průměru při 95% pravděpodobnosti:

$$\sigma_{\alpha_s} = k \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ [rad]}$$

(10)

n.....celkový počet měření

α_iúhel zotavení jednotlivých vzorků

α_ozvolený přibližný úhel zotavení

α_sskutečný průměrný úhle zotavení plošné textilie

s.....směrodatná odchylka

v.....variační koeficient

k.....koeficient pro stanovení přesnosti výběrových ukazatelů

σ_{α_s} ...přesnost výběrového průměru [10]

Pro n = 20, je koeficient k = 2,09

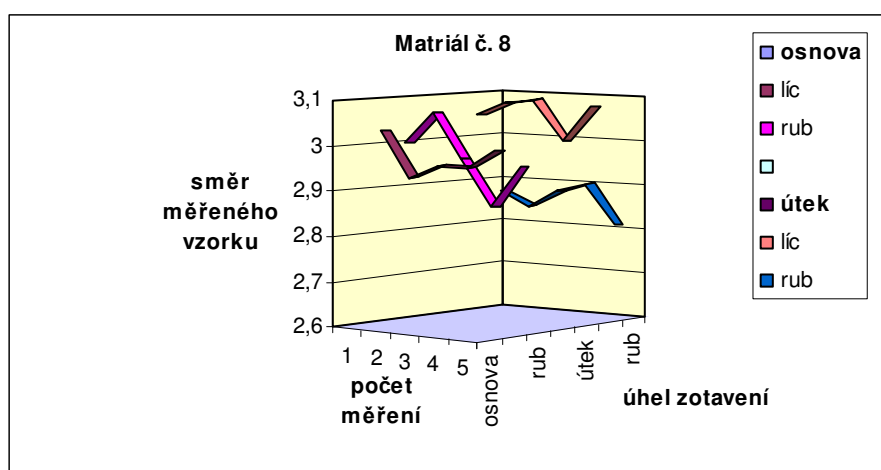
Číslo vzorku	Průměrné zmačkání vzorku [rad]	Směrodatná odchylka po 30 minutách	Variační koeficient [%] po 30 minutách	pravděpodobná chyba při 95% si (±) [rad]
1.	2,907	0,087	3,003	0,041
2.	2,912	0,112	3,857	0,052
3.	2,957	0,086	2,903	0,040
4.	2,865	0,125	4,351	0,058
5.	2,973	0,153	5,162	0,072
6.	2,868	0,138	4,816	0,065
7.	2,870	0,143	4,985	0,067
8.	2,911	0,109	3,755	0,051
9.	1,201	0,225	18,777	0,105
10.	2,507	0,238	9,504	0,111
11.	1,971	0,264	13,399	0,123
12.	2,451	0,226	9,225	0,106
13.	2,545	0,212	8,340	0,099
14.	2,769	0,139	5,003	0,065

15.	1,527	0,273	17,869	0,127
16.	1,289	0,197	15,321	0,092
17.	1,223	0,266	21,781	0,124
18.	1,604	0,232	14,450	0,108
19.	1,234	0,350	28,352	0,164
20.	2,353	0,230	9,757	0,107
21.	2,574	0,269	10,437	0,126
22.	1,402	0,229	16,312	0,107
23.	1,578	0,275	17,409	0,128
24.	2,668	0,137	5,127	0,064
25.	2,420	0,262	10,843	0,123
26.	2,071	0,479	23,132	0,224

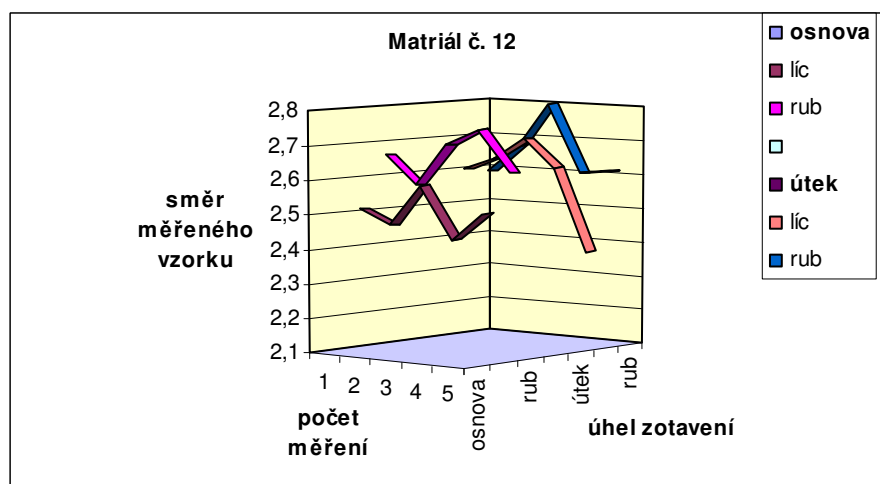
Tab. č. 3: Hodnoty úhlů zotavení, směrodatné odchylky, variační koeficienty
a pravděpodobná chyba při 95% sí sady vzorků

Při zkoušení vzorků a měření jejich úhlů zotavení docházelo k různým odchylkám. S největší pravděpodobností jsou tyto odchylky způsobené ne úplně přesným založením vzorku, vazbou vzorků, značným rozdílem mezi osnovou a útkem nebo typem plošné textilie.

Níže uvedené grafy ukazují nejvíce výrazné odchylky a pro srovnání je zobrazen i graf, který by mohl odpovídat ideálnímu měření pro ideální materiál.

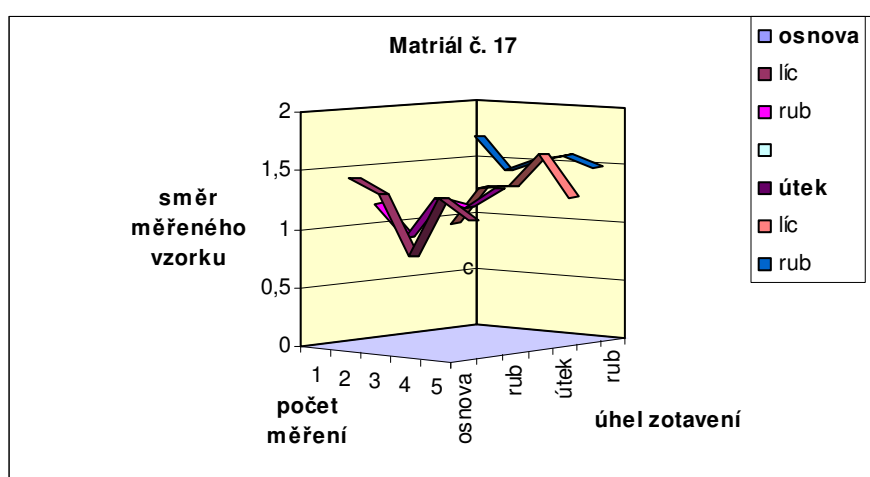


Obr. č. 21.: Graf znázorňující ideální měření



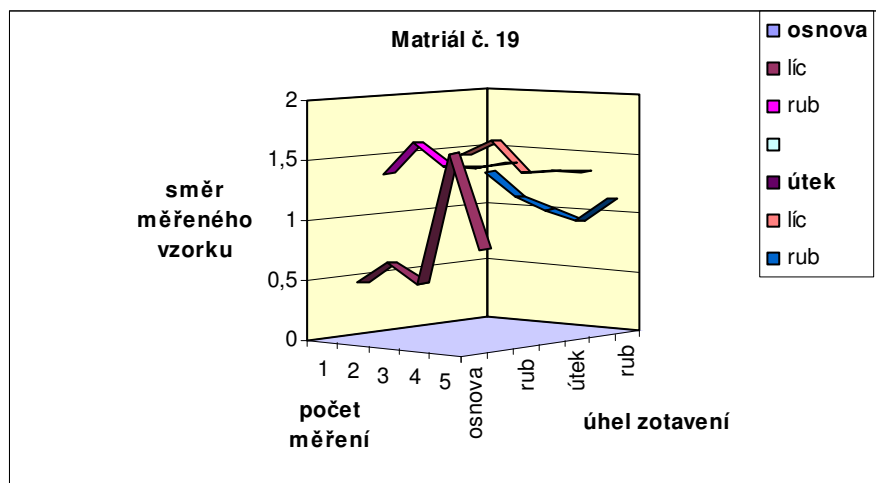
Obr. č. 22.: Graf znázorňující velké výkyvy v měření

Tyto výkyvy v měření jsou pravděpodobně způsobeny povrchovou úpravou, kterou daná textilie má. V tomto případě se jedná o nepromokavou úpravu.

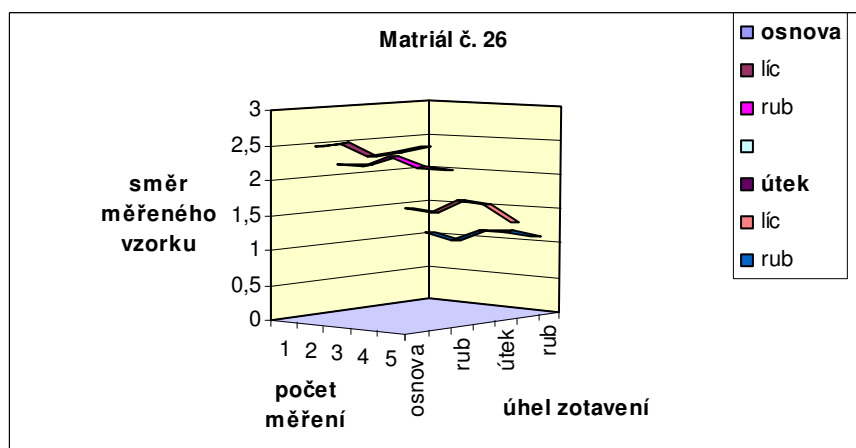


Obr. č. 23.: Graf znázorňující rozdíl mezi osnovou a útkem

V tomto případě je rozdíl hodnot mezi osnovou a útkem způsoben různě velkou dostavou. U útku se hustota nití nemění, ale u osnovy střídá ve vzdálenostech 2 centimetrů dostava 14 nití/cm a 28 nití/cm.



Obr. č. 24.: Graf znázorňující materiál, který má odlišné hodnoty v líc osnovy



Obr. č. 25.: Graf znázorňující materiál s velkým rozdílem osnovy a útku

Tento materiál má vlasovou úpravu, konkrétně se jedná o manšestr. Takže tyto výkyvy nejsou nijak zvláštní.

4.2. Druhá část experimentu

Druhá část experimentu je provedena pomocí alternativní metody 3D. Přístroj, na kterém se měření provádělo, byl k dispozici na katedře oděvnictví.

Pro každý zkoušený materiál jsou zapotřebí 3 vzorky o rozměrech 10x10 cm. Složení, zatížení a měření vzorku se provádělo podle postupu, který je popsán v kapitole 3.4.5.

Pro zkoušku byly použity stejné plošné textilie jak v první části experimentu, které jsou uvedeny v tabulce č. 2.

V tabulce č. 4 jsou uvedeny naměřené koeficienty z jednotlivých měření.

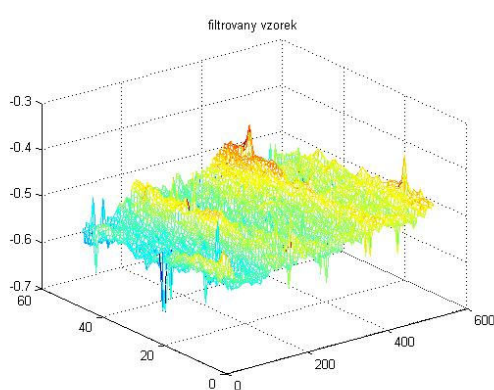
Číslo vzorku	koeficient K		
	Měření 1	Měření 2	Měření 3
1	2,0000	2,0000	2,2461
2	2,0000	0,0000	2,0000
3	2,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	2,0000	2,1478
5	2,0000	2,0000	2,0000
6	2,2060	2,1758	2,0000
7	2,2077	2,2910	2,2582
8	2,1681	0,0000	2,1953
9	2,0000	4,7500	4,7500
10	2,2976	2,0000	2,0000
11	4,8500	4,7500	4,9000
12	4,8000	4,0000	2,0000
13	3,5936	3,5604	4,7000
14	2,1647	2,1390	2,2874
15	4,8000	2,0000	4,0000
16	4,8500	4,8500	4,7000
17	4,0000	2,0000	4,7500
18	4,7500	4,0000	4,7000
19	4,7000	8,3070	5,2860
20	2,0000	2,0000	2,0000
21	2,0000	2,0000	2,0000
22	4,9500	4,8000	4,7500

23	4,0000	4,7500	4,7500
24	2,2834	2,2015	2,2844
25	2,0000	2,0000	2,0000
26	2,0000	4,0000	2,0000

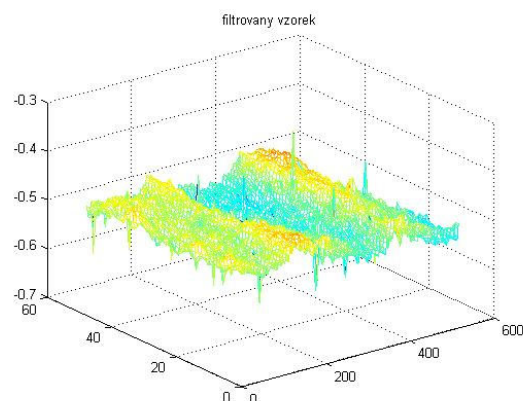
Tab. č. 4: Naměřené koeficienty mačkovosti pomocí alternativní metody 3D

Podle tabulky s naměřenými hodnotami lze vidět, že při měření dochází k podstatným odchylkám. Materiály, které mají různé koeficienty při měření, jsou podtrženy podtržítkem. U některých materiálu vyšel koeficient 0, který není zahrnutý ve stupnici hodnocení pro tuto metodu. Materiály, u kterých koeficient 0 vyšel, odpovídaly ve většině případů spíše koeficientu 2.

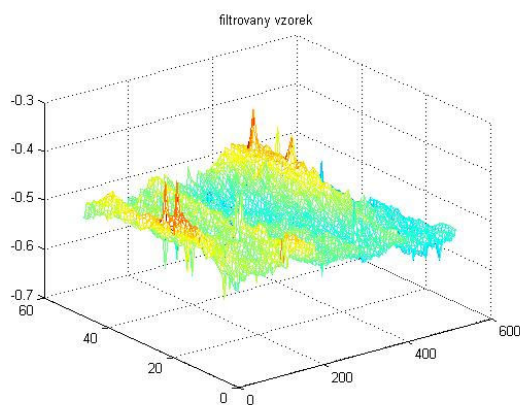
Na níže uvedených reliéfech jsou znázorněny materiály, které neodpovídají předpokládanému hodnocení.



měření 1

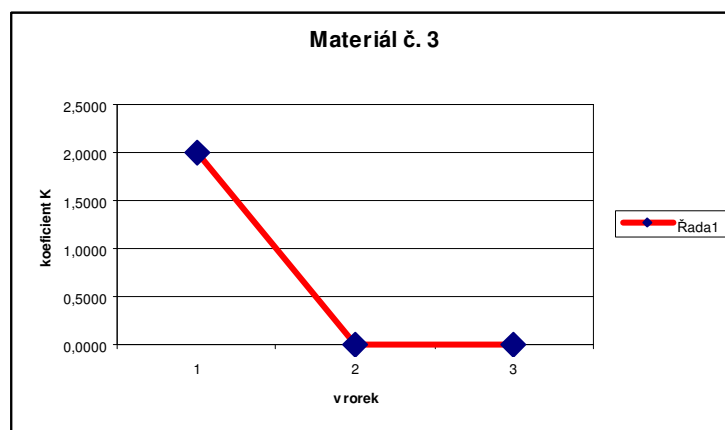


měření 2



měření 3

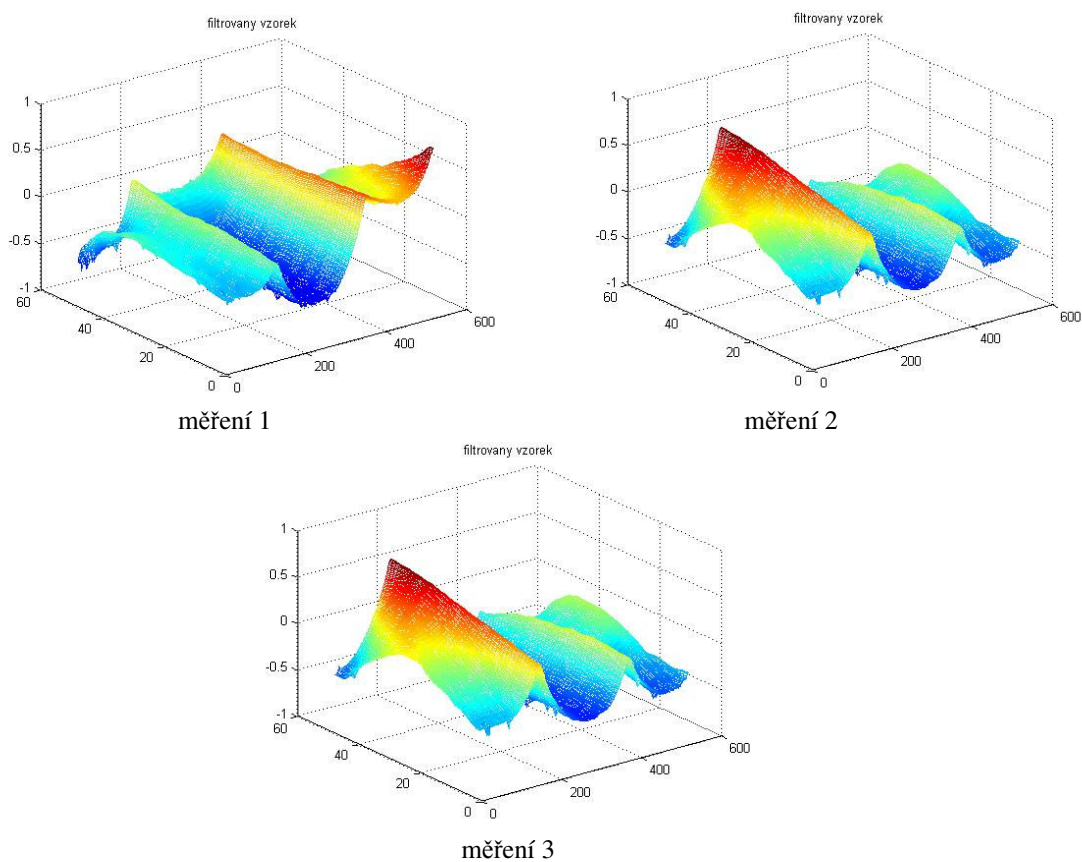
Obr. č. 26 : Reliéfy nasnímané na materiálu č. 3



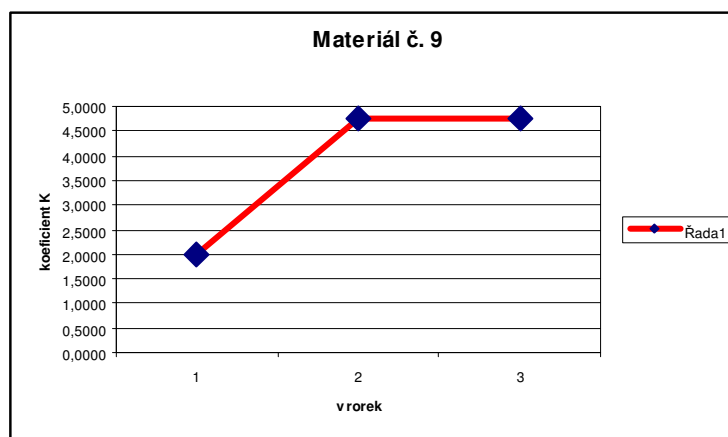
Obr. č. 27 : Grafické znázornění měření materiálu č. 3

U měření 2 a 3 vyšel koeficient 0. Podle znárodněných reliéfů na obr. 21 lze ale vidět, že vzorky byly zmačkány přibližně stejně.

Tento stejný problém nastal i u materiálů číslo 2, 4 a 8.

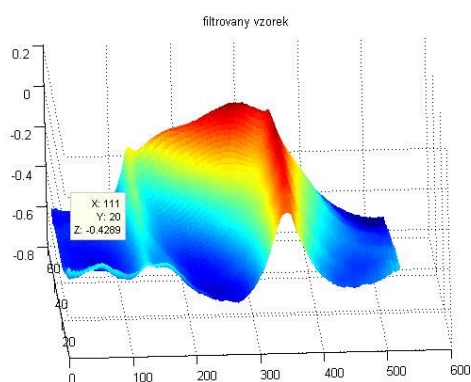


Obr. č. 28 : Reliéfy nasnímané na materiálu č.9

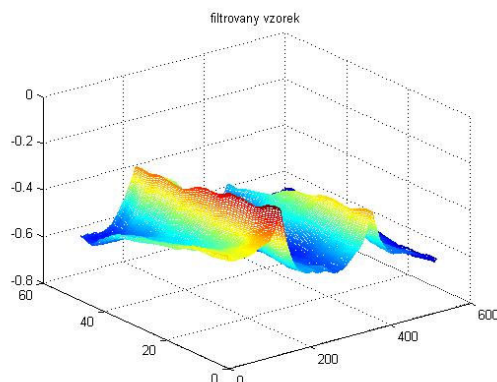


Obr. č. 29 : Grafické znázornění měření materiálu č. 9

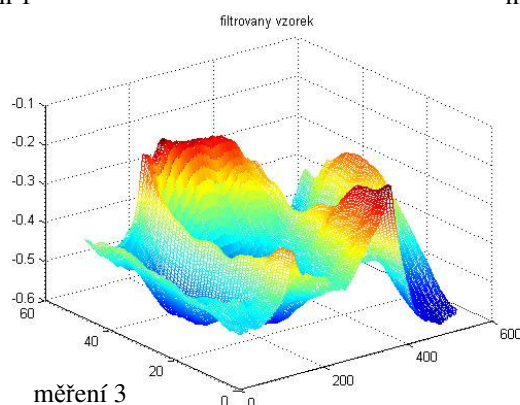
U materiálu číslo 9 vyšel u prvního měření koeficient 2, u dalších dvou měření 4,75. Při pohledu na reliéfy lze vidět, že všechny 3 vzorky byly zmačkány přibližně stejně. U prvního vzorku ale došlo ke zkroucení jednoho kraje, což způsobilo právě onu odchylku v měření. K deformaci kraje přispěla pravděpodobně povrchová úprava materiálu. Jedná se o nešpinavou úpravu.



měření 1

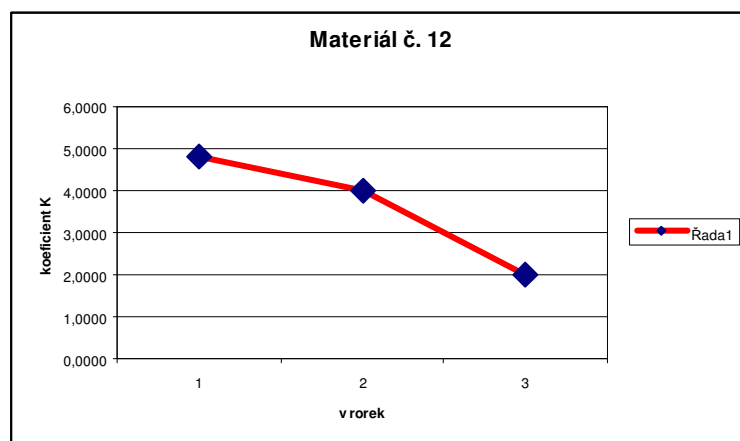


měření 2



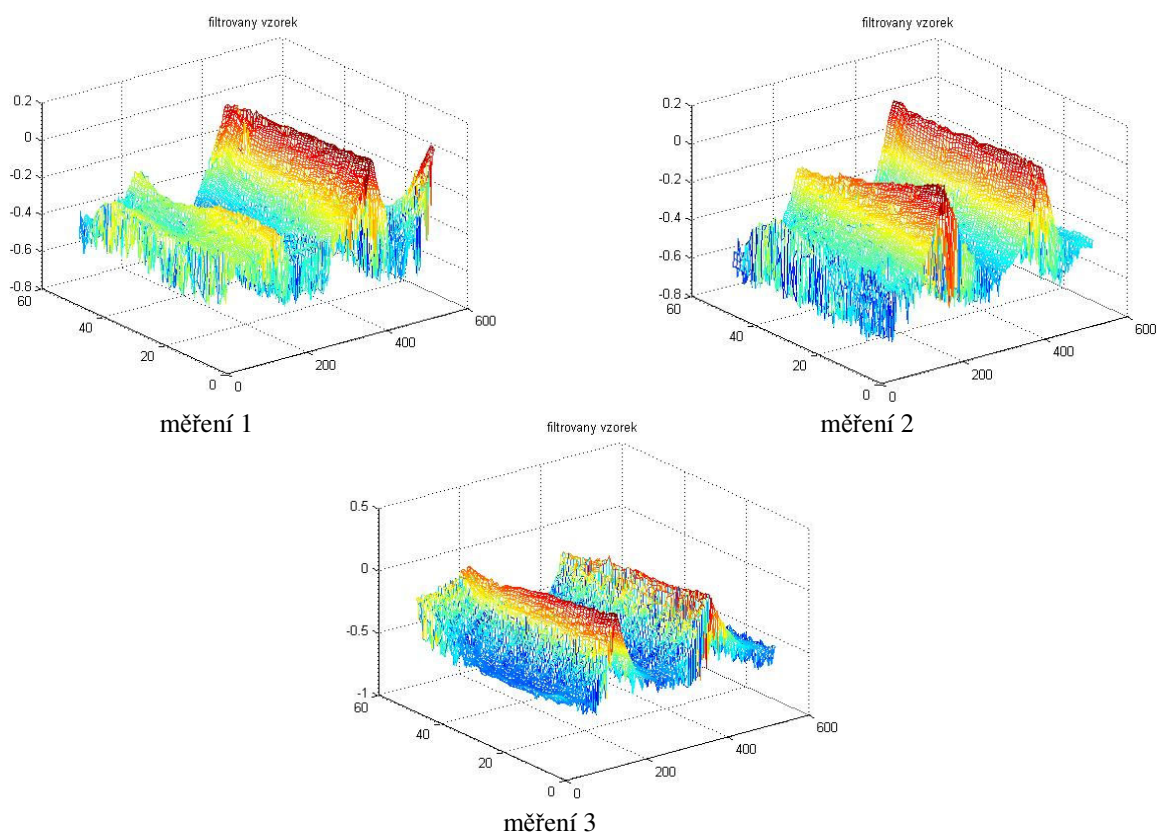
měření 3

Obr. č. 30 : Reliéfy nasnímané na materiálu č.12

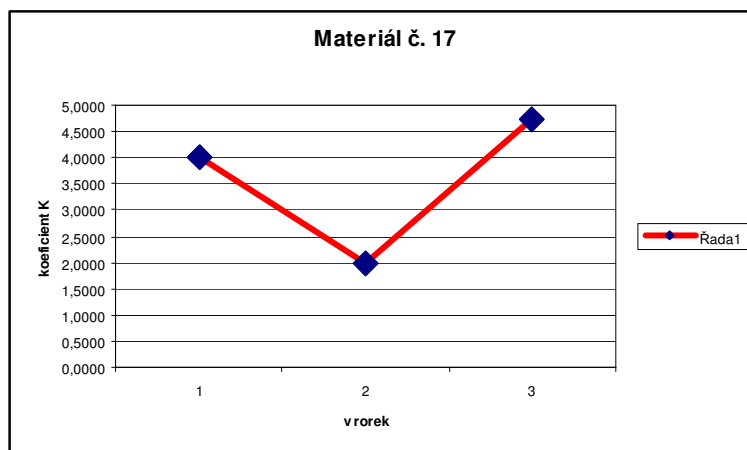


Obr. č. 31 : Grafické znázornění měření materiálu č.12

Textilie č. 12 vykazovala při měření a snímání reliéfu značně rozdílné hodnoty. Jak je na obr. 23 vidět, při třech snímáních stejné textilie vyšly tři různé výsledky. Nejvíce podobné si jsou měření 1 a 2, které měly koeficient 4,8 a 4. Třetí vzorek vykazoval koeficient 2. K těmto rozdílným výsledkům po nasnímání vzorků přispěla pravděpodobně povrchová úprava textilie. U této textilie se jedná o nepromokavou povrchovou úpravu.

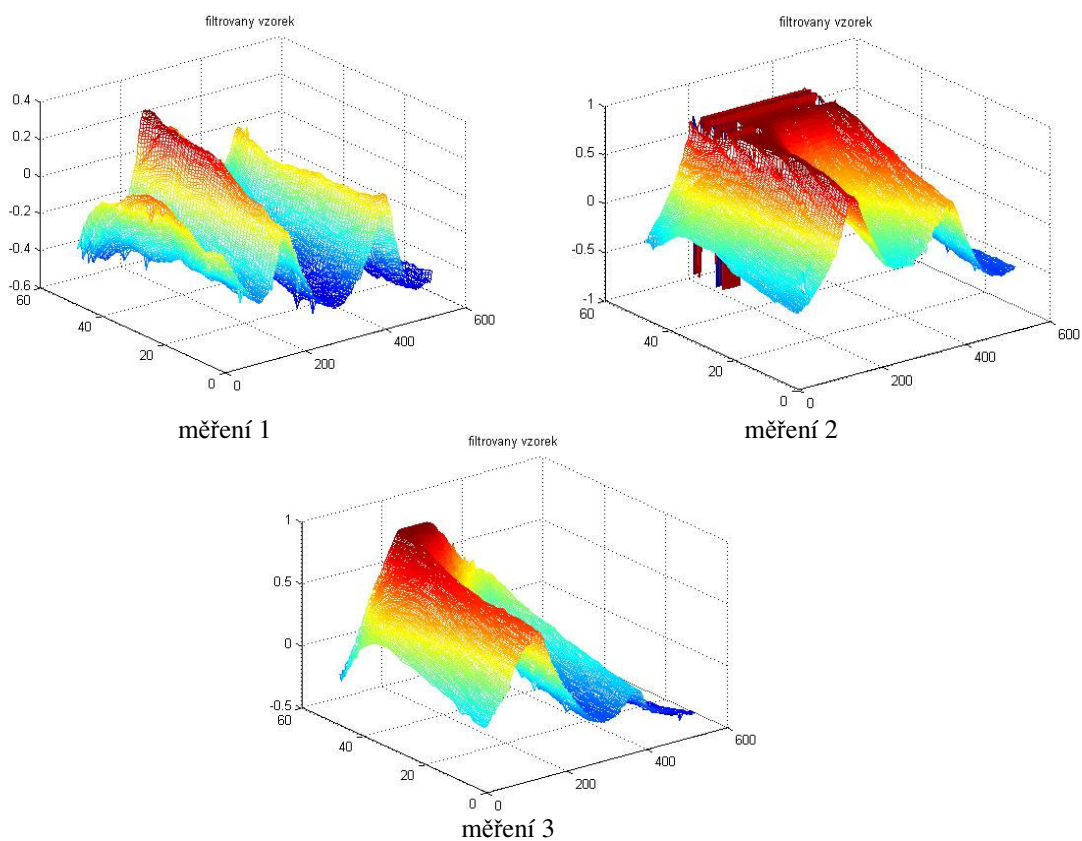


Obr. č. 32 : Reliéfy nasnímané na materiálu č.17

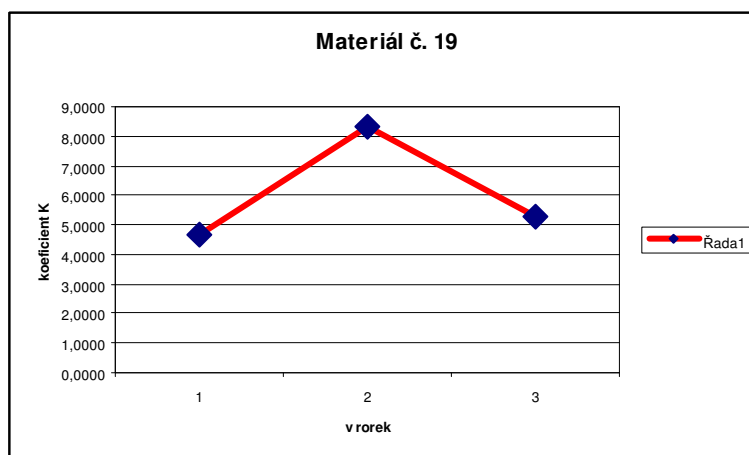


Obr. č. 33 : Grafické znázornění měření materiálu č.12

V tomto případě jsou odchylky měření způsobeny vazbou tkaniny. Materiál má plátňovou vazbu, ale osnova má různou šířku dostavy.

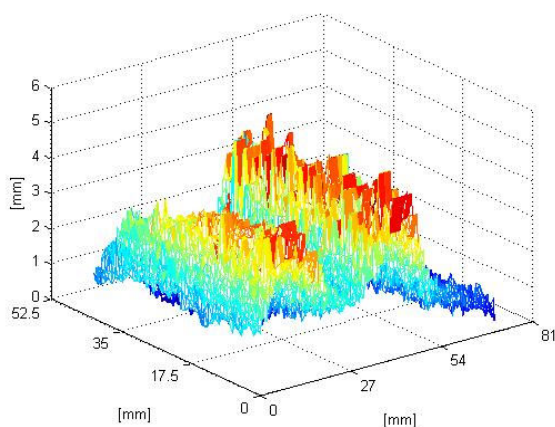


Obr. č. 34 : Reliéfy nasnímané na materiálu č.19

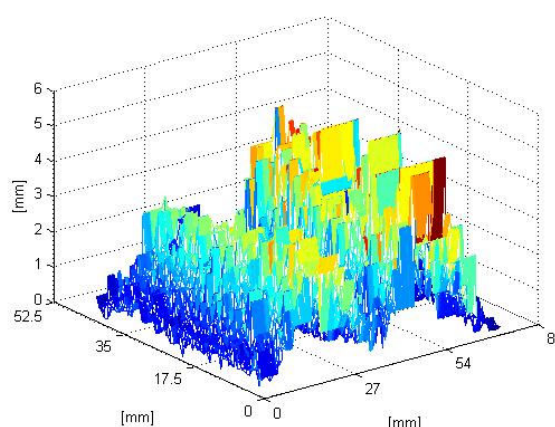


Obr. č. 35 : Grafické znázornění měření materiálu č.19

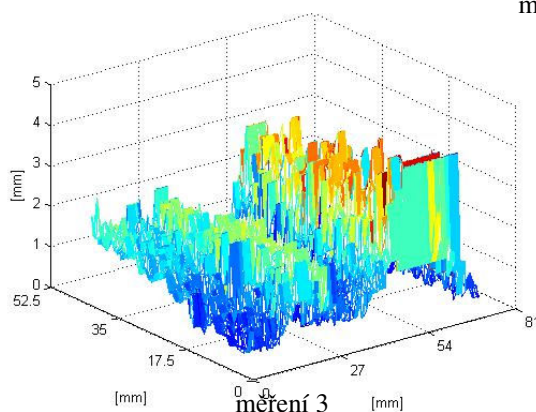
U materiálu číslo 19 došlo při měření k odchylkám, které nebyly v rámci určených koeficientů. Tento materiál má poměrně velkou tuhost a zároveň je z rostlinných vláken-bavlny, která jsou mačková. Kombinací tuhosti a mačkavosti pravděpodobně došlo k těmto výkyvům v měření.



měření 1

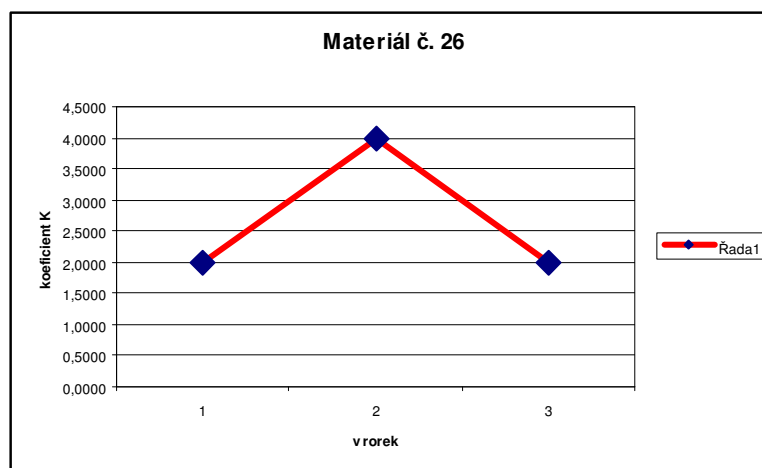


měření 2



měření 3

Obr. č. 36 : Reliéfy nasnímané na materiálu č.26



Obr. č. 37 : Grafické znázornění měření materiálu č.26

Materiál číslo 26 má vlasovou úpravu a plasticky vroubkovaný povrch – jedná se o manšestr. Na reliéfech jde vidět že při snímání docházelo k nepřesnému odrazu laserového paprsku. Tento jev je způsobený pravděpodobně právě onou vlasovou úpravou.

Z předchozích naměřených hodnot byly vypočítány statistické hodnoty – průměrné zmačkání, směrodatná odchylka, variační koeficient a průměrná chyba.

Číslo materiálu	Průměrné zmačkání vzorku [koeficient K]	Směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	Pravděpodobná chyba při 95% si (\pm)
1	2,082	0,116	5,572	0,2609
2	1,333	0,943	70,711	2,1200
3	0,667	0,943	141,421	2,1200
4	1,383	0,980	70,845	2,2025
5	2,000	0,000	0,000	0,0000
6	2,127	0,091	4,270	0,2042
7	2,252	0,034	1,521	0,0770
8	1,454	1,029	70,715	2,3127
9	3,833	1,296	33,818	2,9150
10	2,099	0,140	6,683	0,3155
11	4,833	0,062	1,290	0,1402
12	3,600	1,178	32,710	2,6479
13	3,951	0,530	13,402	1,1908

14	2,197	0,065	2,947	0,1456
15	3,600	1,178	32,710	2,6479
16	4,800	0,071	1,473	0,1590
17	3,583	1,161	32,392	2,6099
18	4,483	0,342	7,637	0,7699
19	6,098	1,580	25,919	3,5538
20	2,000	0,000	0,000	0,0000
21	2,000	0,000	0,000	0,0000
22	4,833	0,085	1,758	0,1911
23	4,500	0,354	7,857	0,7950
24	2,256	0,039	1,722	0,0873
25	2,000	0,000	0,000	0,0000
26	2,667	0,943	35,355	2,1200

Tab. č. 5: Průměrné koeficienty, směrodatné odchylky, variační koeficienty
a pravděpodobná chyba při 95% sí sady vzorků

Z hodnot v tabulce vyplývá, že materiály, které jsou označeny červeně a současně jsou výše popsány, se pro měření pomocí alternativní metodou 3D nehodí. Materiály, které mají atypické vlastnosti deformace, povrchovou úpravu, vlasovou úpravu, nepravidelný povrch nebo malou dostavu osnovních a útkových nití, vytvářejí při snímání odchylky, které program špatně zpracuje. Vyhodnocený koeficient, nebo nasnímaný reliéf pak neodpovídá skutečnosti.

4.3. Porovnání výsledků a vyhodnocení spolehlivosti alternativní metody 3D

Vzhledem k tomu, že se porovnávají dvě metody, které k sobě nejsou kompatibilní, je zapotřebí vytvořit stejný systém hodnocení výsledků z měření. Protože cílem této bakalářské práce je zjištění spolehlivosti vyvinuté alternativní metody 3D, budou přizpůsobeny hodnoty metody UMAK. Pro srovnání výsledků obou metod jsou použity průměrné úhly zotavení a průměrné koeficienty K.

koeficient K	Interval [rad]
1	3,14 - 2,512
2	2,511 - 1,884
3	1,883 - 1,256
4	1,255 - 0,682
5	0,627 - 0

Tab. č. 6.: Rozdělení úhlů zotavení na intervaly a přiřazení příslušného koeficientu K

V následující tabulce č. 7 jsou přiřazeny k průměrným hodnotám úhlů zotavení příslušné koeficienty K.

Číslo materiálu	Průměrné zmačkání vzorku [rad]	koeficient K	Číslo materiálu	Průměrné zmačkání vzorku [rad]	koeficient K
1.	2,907	1	14.	2,769	1
2.	2,912	1	15.	1,527	3
3.	2,957	1	16.	1,289	3
4.	2,865	1	17.	1,223	4
5.	2,973	1	18.	1,604	3
6.	2,868	1	19.	1,234	4
7.	2,87	1	20.	2,353	2
8.	2,911	1	21.	2,574	1
9.	1,201	4	22.	1,402	3
10.	2,507	2	23.	1,578	3
11.	1,971	2	24.	2,668	1
12.	2,451	2	25.	2,42	2
13.	2,545	1	26.	2,071	2

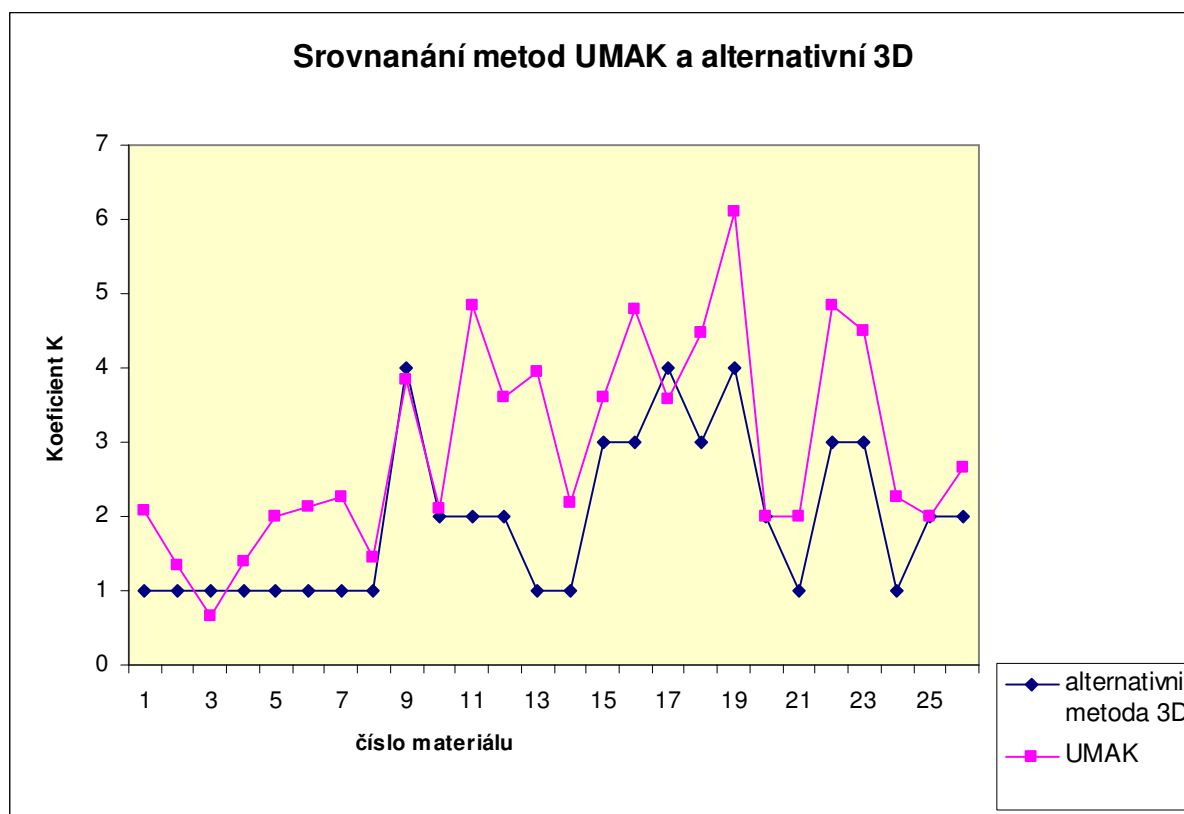
Tab. č. 7.: Přiřazení koeficientu K k průměrným úhlům zotavení

Samotné srovnání je provedeno v tabulce č.8 a to už jen pomocí koeficientu K. Dále je zde uvedeno srovnání pomocí **A** a **N**. **A** je v případě, že se hodnoty rovnají nebo si jsou podobné. **N** je u hodnot, které jsou rozdílné.

číslo materiálu	koeficient K z metody UMAK	Koeficient K alternativní metody 3D	rozdíl koeficientů	slovní porovnání A/N
1.	1	2,082	1,082	N
2.	1	1,333	0,333	A
3.	1	0,667	-0,333	A
4.	1	1,383	0,383	A
5.	1	2,000	1,000	N
6.	1	2,127	1,127	N
7.	1	2,252	1,252	N
8.	1	1,454	0,454	A
9.	4	3,833	-0,167	A
10.	2	2,099	0,099	A
11.	2	4,833	2,833	N
12.	2	3,600	1,600	N
13.	1	3,951	2,951	N
14.	1	2,197	1,197	N
15.	3	3,600	0,600	A
16.	3	4,800	1,800	N
17.	4	3,583	-0,417	A
18.	3	4,483	1,483	N
19.	4	6,098	2,098	N
20.	2	2,000	0,000	A
21.	1	2,000	1,000	N
22.	3	4,833	1,833	N
23.	3	4,500	1,500	N
24.	1	2,256	1,256	N
25.	2	2,000	0,000	A
26.	2	2,667	0,667	A

Tab. č. 8.: Porovnání koeficientu K metody UMAK a alternativní metody 3D

Po srovnání koeficientu K, je v tabulce č.8 ještě proveden rozdíl mezi průměrnými koeficienty. Konečné srovnání výsledků nakonec bylo provedeno právě podle hodnoty, která vyjadřuje rozdíl mezi oběma metodami. Podle tohoto rozdělení vyplývá, že shodnost obou metod se rovná 42,307%. Pro přesnější představu znázornění výsledků, byl ještě sestrojený graf – viz. Obrázek č. 38.



Obr. č. 38 : Grafické znázornění rozdílů koeficientů K u obou metod

Další porovnání je pomocí srovnání naměřených hodnoty, které byly seřazeny podle velikosti od nejmenšího zmačkaní po největší.

číslo materiálu	Průměrný koeficient K	číslo materiálu	Průměrný úhel zotavení vzorku [rad]
3.	0,667	5.	2,973
2.	1,333	3.	2,957
4.	1,383	2.	2,912
8.	1,454	8.	2,911
5.	2,000	1.	2,907
20.	2,000	7.	2,87
21.	2,000	6.	2,868
25.	2,000	4.	2,865
1.	2,082	14.	2,769
10.	2,099	24.	2,668

6.	2,127	21.	2,574
14.	2,197	13.	2,545
7.	2,252	10.	2,507
24.	2,256	12.	2,451
26.	2,667	25.	2,42
17.	3,583	20.	2,353
12.	3,600	26.	2,071
15.	3,600	11.	1,971
9.	3,833	18.	1,604
13.	3,951	23.	1,578
18.	4,483	15.	1,527
23.	4,500	22.	1,402
16.	4,800	16.	1,289
11.	4,833	19.	1,234
22.	4,833	17.	1,223
19.	6,098	9.	1,201

Tab. č. 9.: Porovnání metody UMAK a alternativní metody 3D

podle velikosti zmačkání vzorků

Při porovnání obou metod podle velikosti zmačkání vzorků, se ze 26 materiálů shodovaly pouze 2 materiály. Jedná se o materiál č. 8. a 16.

Na základě zjištěných faktů se dá konstatovat, že u materiálů, u kterých došlo k chybě měření při použití alternativní metody 3D, jsou shodné s výsledky naměřenými na přístroji UMAK. Konkrétně se to týká materiálů 2, 3, 4 a 8. Dále jsou výsledky srovnatelné u materiálů, u kterých došlo při měření alternativní metodou 3D k odchýlným koeficientům a to u materiálů č. 9, 15, 17 a 26. Naopak materiály, které měly vyrovnané koeficienty K a nedocházelo u nich k chybám v měření, vychází při srovnání s metodou UMAK odlišně. Tato zjištění, která jsou opačná oproti původnímu očekávání se dají částečně vysvětlit tím, že přístroj byl před samotným měřením špatně nakalibrován. Dalším vysvětlením, proč došlo k takovým rozdílům při srovnání výsledků obou metod, je skutečnost, že alternativní metoda 3D se nehodí pro měření materiálů, které mají různé odchylky ve struktuře. Mezi tyto odchylky patří vlasová úprava, vroubkování, nešpinivá a nepromokavá úprava nebo řídká vazba materiálu.

Pro přesnější výsledky měření jsou v kapitole 5. navrženy jiné způsoby deformace vzorků materiálů a jiný systém měření odlehčených vzorků.

5. Návrh přípravy a měření vzorků pro alternativní metodu 3D

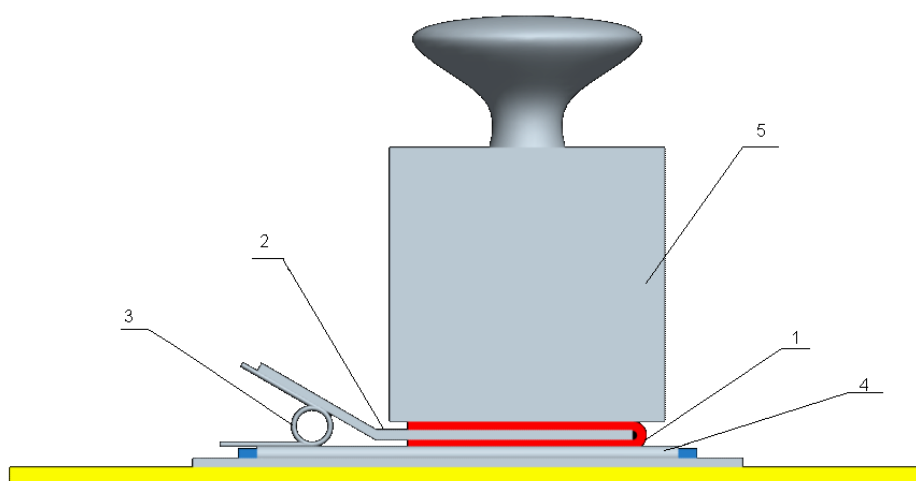
5.1. Příprava vzorku na principu metody dutého válce

Tento způsob přípravy vzorku spočívá v minimalizaci metody dutého válce na rozměry vzorku 100 x 200 milimetrů. Vyhodnocení by probíhalo pomocí registru digitálních etalonů, které by byly součástí vyhodnocujícího programu. Jemnější a systematictější pomačkání vzorku by mohlo způsobit menší chyby při měření a vyhodnocení vzorku.

Pro vyhodnocení jednoho materiálu by byly vhodné sady alespoň 3 vzorků.

5.2. Úhlová metoda 3D

Základní myšlenkou této metody je spojení úhlové metody a alternativní metody 3D. Vzorek materiálu je o velikosti 50 x 15 milimetrů. Tento vzorek se vloží pod přidržovací lamelu, stejně jako u metody UMAK, a přehne se přesně v jeho polovině a zatíží 2 kg závažím.

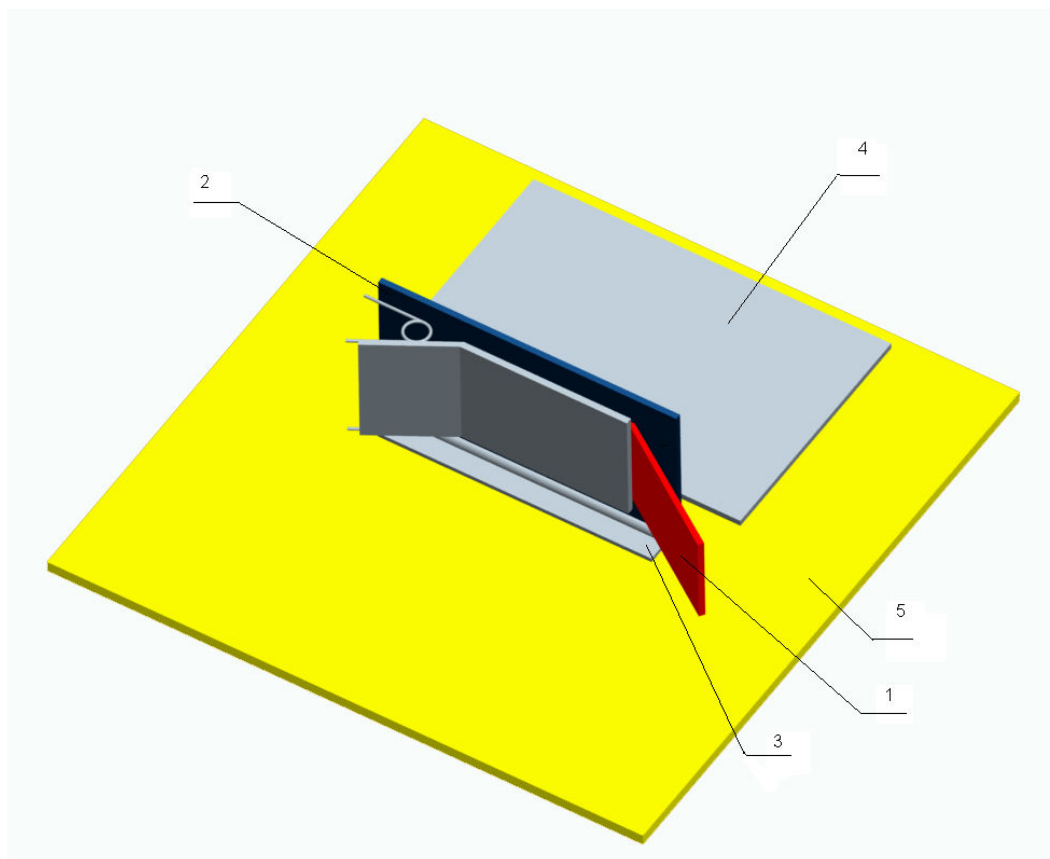


Obr. č. 39 : Složený a zatížený vzorek

1 – Přeložený vzorek textilie, 2 – Přidržovací lamela,
3 – Pružina, 4 – Podložka pod lamelou, 5 – 2 kg závaží

Zatěžování vzorku by mohlo probíhat mezi 10 – 30 minutami. Doba zatížení, která by odpovídala hodnotám jiných metod, není zatím známá, protože nebyl provedený žádný experiment. Doba odlehčení by měla odpovídat době zatížení vzorku.

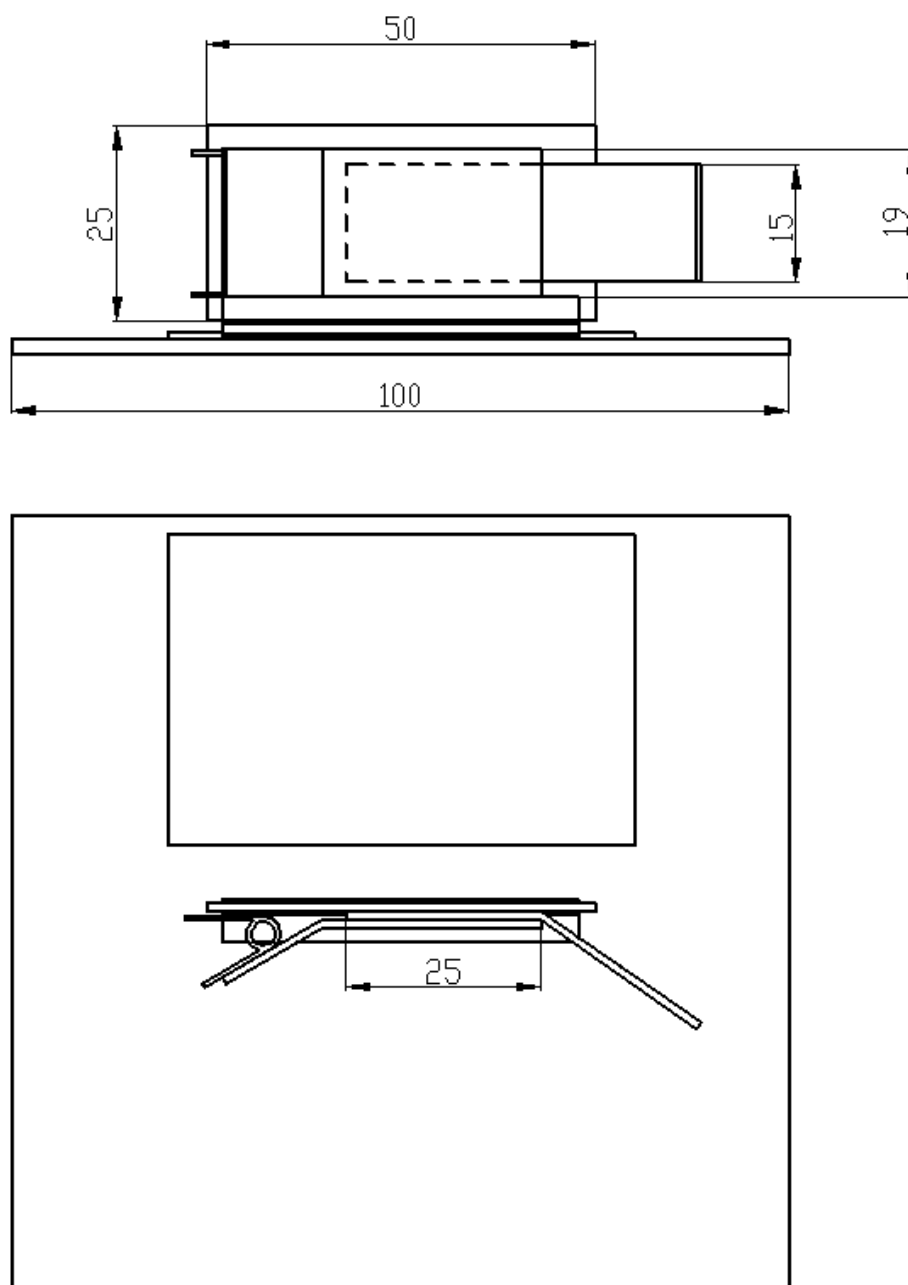
Odlehčený vzorek se pomocí sklopné podložky s kloubem překlopí do svislé polohy a nechá se relaxovat. Tím se eliminuje působení síly G na vzorek při jeho relaxaci.



Obr. č. 40 : Odlehčený a překlopený vzorek

1 – Odlehčený vzorek, 2 – Překlopená podložka lamely,
3 – Kloub podložky lamely, 4 – Vyrovnávací podložka
pod podložku lamely, 5 – Základní deska

Rozměry celého zařízení jsou uvedeny na obrázku č. 41.



Obr. č. 41 : Rozměry zařízení pro úhlovou metodu 3D

Po odlehčení se pomocí snímacího zařízení alternativní metody 3D nasnímá reliéf úhlu zotavení. Vzorek je při procesu snímání stále ve svislé poloze. Nasnímaná data by měla být ve výsledku převedena do úhlové stupnice. Tím by zároveň odpadlo relativně složité rozdělení pomačkání textilie pomocí koeficientů. Aby bylo měření objektivní, je zapotřebí změřit alespoň 3 vzorky ve směru osnovy i útku pro jeden materiál.

6. Závěr

V této práci jsou popsány metody, které se zabývají měřením a hodnocením mačkovosti. Tyto metody jsou rozděleny do několika skupin a to podle způsobu provedení měření a jeho vyhodnocení.

Dalším úkolem bylo navrhnout experiment pro ověření funkčnosti alternativní metody hodnocení mačkovosti plošných textilií. Experiment se skládal ze dvou částí. První část byla provedena na přístroji UMAK, druhou částí experimentu bylo provedení měření pomocí alternativní metody 3D, která snímá reliéf zmačkané textilie. Data získaná z obou metod byla navzájem porovnána.

V další části této práce se měl realizovat navržený experiment. Měření v obou částech experimentu se provádělo na sadě vzorků 26 různých vzorků. Pomocí metody UMAK byla získána data z nichž byly vypočítány statistické údaje jako jsou skutečný průměr naměřených dat, směrodatná odchylka, variační koeficient a pravděpodobná chyba. Dále byly materiály seřazeny, na základě získaných dat, podle jejich zmačkání od nejméně po nejvíce mačkajících se materiálů. U některých materiálů došlo k odchylce při měření. Pro tyto materiály byly vypracovány jak grafické tak slovní analýzy proč mohlo k dané odchylce dojít. Pomocí alternativní metody byly nasnímány reliéfy zmačkané textilie, získány koeficienty znázorňující stupeň zmačkání a slovní hodnocení zmačkání textilie. Z naměřených koeficientů byly, stejně jako u metody UMAK, vypočítány statistické údaje. Díky nim se ukázalo, že při měření docházelo velice často k chybě. Měření pomocí alternativní metody 3D bylo velmi rozmanité a materiály, které vykazovaly atypické hodnoty buď v nasnímaném reliéfu, nebo velkým výkyvem naměřených koeficientů, jsou vybrány a popsány proč u nich k daným výkyvům pravděpodobně došlo.

V poslední části jsou tyto dvě metody porovnávány. Vzhledem k tomu, že každá metoda má úplně odlišný způsob vyhodnocování dat, musel se najít společný hodnotitel získaných dat. Řešením bylo rozdělení úhlové stupnice do pěti skupin. Ke každé této skupině byl přiřazen koeficient, chronologicky odpovídající stupni pomačkání podle alternativní metody 3D. Poté se průměrné úhly zotavení metody UMAK převedly na příslušné koeficienty. Takto upravené hodnoty metody UMAK se porovnaly a s průměrnými koeficienty alternativní metody 3D. V potaz byl brán rozdíl mezi koeficienty obou metod. Do rozdílu 0,9 bylo bráno, že se naměřená data shodují. Na základě tohoto porovnání vyšla shoda dat na 42%. Další porovnání bylo provedeno pomocí seřazení materiálů podle zmačkání. Shoda u tohoto

způsobu byla minimální. Shodovaly se pouze 2 materiály. K takto malé shodě mezi oběma metodami došlo pravděpodobně proto, že proběhlo špatné nakalibrování přístroje alternativní metody 3D před samotným započítáním měření.

Seznam použité literatury a použitých zdrojů

- [1] Staněk, J.: Nauka o textilních materiálech, díl 1. část 4. Skriptum VŠST. Liberec 1986
- [2] Staněk, J.- Kubíčková, M.: Oděvní materiály. Skriptum VŠST. Liberec 1986.
- [3] Norma ČSN 80 0871 Stanovení mačkovosti pomocí dutého válce
- [4] Pecháček, F.- Janovský, J.: Zkoušení textilií pro 4. ročník SPŠ oděvních
- [5] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií
- [6] Militký, J.: Textilní vlákna, Skriptum VŠST Liberec 1995
- [7] Hladík, V. a kol.: Textilní vlákna, SNTL Praha 1970
- [8] Odvárka, J.: Zušlechťování textilií.
- [9] Norma ČSN 80 0832 Zjišťování vzhledu plošných textilií po praní. Hladkost ploch, švů a stabilita puků
- [10] Norma ČSN 80 0819 Zkoušení mačkovosti tkanin
- [11] Norma ČSN 80 0820 Zjišťování mačkovosti. Schopnost zotavení horizontálně složeného proužku měřením úhlu zotavení
- [12] Drdlová, P.: Porovnání metod pro hodnocení mačkovosti textilií, DP VŠST Liberec 1993
- [13] Fleissig, J.-Pešová, Z.: Hodnocení mačkovosti textilií. VÚV Brno, Textil 1975
- [14] Wira. The Recovery of Wool Fabrics from Creasing. In Sborník odborných článků. Handbook 11. Section 4. 1974
- [15] Eva Sedlářová, Realizace systému pro objektivní hodnocení mačkovosti plošných textilií, DP TUL 2006
- [16] Klímová Eva, Bezkontaktní metoda snímání deformace plošné textilie, DP TUL 2004

Příloha č. 1

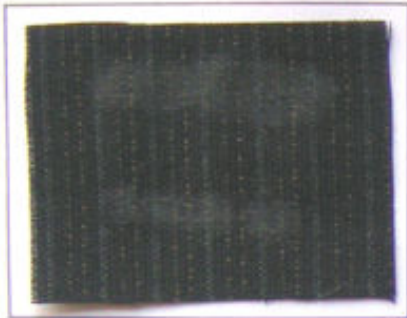
Vzorky měřených materiálů



1.



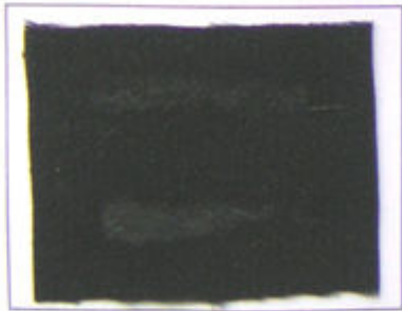
2.



3.



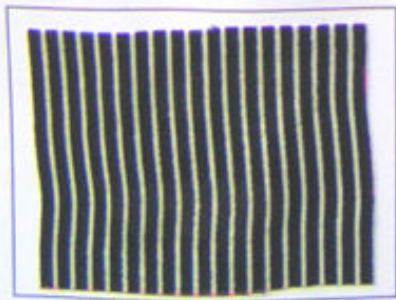
4.



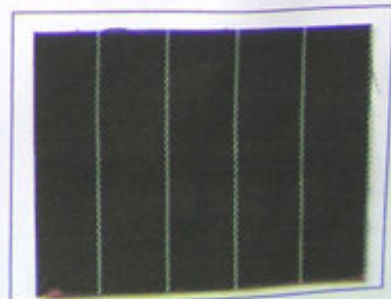
5.



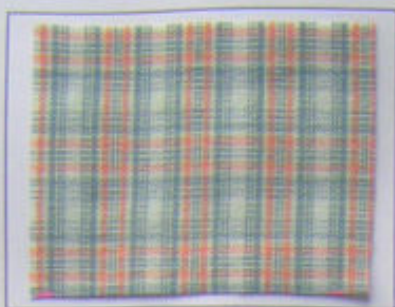
6.



7.



8.



9.



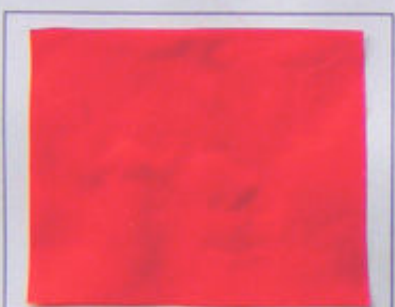
10.



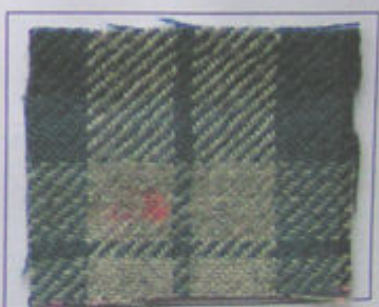
11.



12.



13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.

Příloha č. 2

Hodnoty naměřené na přístroji UMAK

Materiál č. 1

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,91	2,85	2,82	2,8	2,85
	rub	2,95	2,95	2,94	2,84	2,9
30min	líc	2,97	2,94	2,88	2,86	2,9
	rub	3,01	3,01	3,03	2,93	3,07
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,87	2,91	2,92	2,97	2,91
	rub	2,89	2,8	2,84	2,77	2,8
30min	líc	2,98	2,99	2,99	3,02	3
	rub	2,97	2,79	2,85	2,9	2,9

Materiál č. 2

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,96	2,86	2,79	2,9	2,92
	rub	2,91	2,9	2,83	2,89	2,9
30min	líc	3,03	2,98	2,93	3	3,02
	rub	2,96	2,95	2,93	2,97	3
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,94	2,91	2,96	3	2,92
	rub	2,95	2,91	2,97	2,96	2,97
30min	líc	3,02	2,99	3,03	3,05	2,99
	rub	3,03	3,02	3,06	3,04	3,06

Materiál č. 3

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	3,01	2,97	2,91	2,88	2,93
	rub	2,9	3,04	2,87	2,88	2,93
30min	líc	3,06	3,02	2,95	2,93	2,99
	rub	2,98	3,09	2,91	2,96	2,99
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,95	3,01	3	3,04	2,98
	rub	3,01	2,99	2,95	2,93	2,86
30min	líc	3,07	3,06	3,07	3,08	3,03
	rub	3,04	3,08	3	3,03	2,96

Materiál č. 4

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,97	2,9	2,9	2,85	2,93
	rub	2,83	2,93	2,85	2,95	2,98
30min	líc	3,05	2,99	2,97	2,93	3
	rub	2,93	2,99	2,95	3,05	3,05
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,91	2,78	2,85	2,91	2,8
	rub	2,79	2,86	2,87	2,84	2,85
30min	líc	2,96	2,88	2,93	3,01	2,92
	rub	2,89	2,95	2,94	2,92	2,93

Materiál č. 5

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	3,08	2,92	2,74	2,92	3,1
	rub	3,04	2,81	2,7	2,86	3,09
30min	líc	3,09	2,99	2,85	2,98	3,14
	rub	3,1	2,85	2,82	2,94	3,1
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	3,05	3,06	3,13	3,06	3,09
	rub	3,1	2,97	3,05	3,05	3,06
30min	líc	3,11	3,14	3,14	3,08	3,14
	rub	3,14	3,1	3,14	3,14	3,14

Materiál č. 6

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,95	2,82	2,85	2,82	2,93
	rub	2,92	3,05	2,81	2,93	2,98
30min	líc	3,01	2,93	2,95	2,91	2,98
	rub	3,02	3,12	2,91	3,02	3,08
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,83	2,86	2,87	2,96	2,86
	rub	2,76	2,8	2,83	2,84	2,9
30min	líc	2,92	2,94	2,95	3,04	2,94
	rub	2,86	2,89	2,93	2,96	3,03

Materiál č. 7

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	3,14	3,01	2,99	2,88	3,04
	rub	3	2,99	2,72	2,83	3,01
30min	líc	3,14	3,02	3,02	2,98	3,05
	rub	3,06	3,03	2,81	2,89	3,05
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,84	2,91	2,94	2,95	2,85
	rub	2,7	2,68	2,73	2,8	2,68
30min	líc	2,9	2,92	2,97	3,02	2,88
	rub	2,78	2,75	2,79	2,86	2,76

Materiál č. 8

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,98	2,87	2,89	2,9	2,96
	rub	2,91	2,99	2,89	2,81	2,85
30min	líc	3,03	2,93	2,96	2,96	3
	rub	3	3,07	2,97	2,87	2,96
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,97	3,05	3	2,93	3,04
	rub	2,81	2,74	2,79	2,83	2,71
30min	líc	3,05	3,08	3,09	3	3,08
	rub	2,87	2,84	2,88	2,9	2,81

Materiál č. 9

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,1	1,19	1,02	1,12	1,09
	rub	1,2	1,1	0,96	1,1	0,95
30min	líc	1,35	1,46	1,26	1,33	1,33
	rub	1,4	1,38	1,18	1,36	1,2
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,18	1,1	1,23	1,08	1,13
	rub	0,85	0,8	0,69	0,89	0,96
30min	líc	1,45	1,4	1,54	1,34	1,63
	rub	1,17	1,01	0,93	1,11	1,18

Materiál č. 10

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,25	2,36	2,3	2,34	2,22
	rub	2,6	2,63	2,67	2,52	2,56
30min	líc	2,37	2,45	2,4	2,48	2,32
	rub	2,74	2,7	2,76	2,58	2,66
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,95	2,4	2,38	2,36	2,4
	rub	2,58	2,61	2,83	2,6	2,63
30min	líc	2,07	2,51	2,51	2,39	2,52
	rub	2,7	2,76	2,97	2,77	2,8

Materiál č. 11

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,26	2,06	1,63	1,84	2,14
	rub	1,94	2	1,8	1,96	1,95
30min	líc	2,51	2,3	1,94	2,14	2,4
	rub	2,18	2,16	2,06	2,25	2,26
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,9	1,86	1,77	1,69	1,64
	rub	1,84	1,76	1,61	1,71	1,66
30min	líc	2,12	2,16	2,03	1,92	1,81
	rub	2,01	1,88	1,81	1,92	1,91

Materiál č. 12

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,24	2,2	2,44	2,21	2,29
	rub	2,4	2,3	2,41	2,56	2,38
30min	líc	2,51	2,47	2,59	2,44	2,52
	rub	2,66	2,58	2,7	2,75	2,63
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,39	2,35	2,4	2,24	2,2
	rub	2,37	2,41	2,53	2,36	2,36
30min	líc	2,6	2,64	2,7	2,62	2,38
	rub	2,59	2,67	2,8	2,6	2,61

Materiál č. 13

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,46	2,51	2,53	2,37	2,48
	rub	2,24	2,39	2,36	2,39	2,49
30min	líc	2,81	2,86	2,76	2,6	2,78
	rub	2,57	2,62	2,6	2,69	2,71
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,4	2,45	2,42	2,36	2,41
	rub	2,37	2,31	2,35	2,54	2,29
30min	líc	2,74	2,74	2,76	2,68	2,75
	rub	2,68	2,55	2,58	2,79	2,54

Materiál č. 14

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,9	2,85	2,9	2,84	2,75
	rub	2,77	2,84	2,86	2,83	2,81
30min	líc	2,98	2,96	2,98	2,9	2,87
	rub	2,84	2,86	2,87	2,87	2,86
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,81	2,78	2,73	2,75	2,73
	rub	2,86	2,64	2,55	2,58	2,6
30min	líc	2,93	2,83	2,77	2,8	2,81
	rub	2,96	2,79	2,6	2,67	2,69

Materiál č. 15

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,26	1,67	1,45	1,25	1,46
	rub	1,12	1,34	1,34	1,22	1,41
30min	líc	1,54	1,96	1,8	1,68	1,8
	rub	1,55	1,7	1,76	1,6	1,83
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,23	1,38	1,45	1,35	1,3
	rub	1,42	1,22	1,24	1,33	1,43
30min	líc	1,67	1,83	1,88	1,79	1,64
	rub	1,68	1,43	1,44	1,5	1,66

Materiál č. 16

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,28	1,02	1,12	1,3	1,14
	rub	1,1	1,16	1,16	1,01	1,24
30min	líc	1,43	1,21	1,26	1,36	1,4
	rub	1,47	1,59	1,38	1,25	1,46
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,1	1,4	1,2	1,31	1,09
	rub	1,23	1,4	1,45	1,43	1,3
30min	líc	1,26	1,51	1,37	1,43	1,28
	rub	1,4	1,51	1,59	1,57	1,48

Materiál č. 17

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,3	1,13	0,68	1,2	1
	rub	1,06	0,77	1,09	1,02	1,24
30min	líc	1,42	1,3	0,79	1,3	1,13
	rub	1,18	0,91	1,26	1,2	1,38
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	0,76	1,12	1,02	1,18	1,06
	rub	1,47	1,14	1,32	1,4	1,2
30min	líc	0,94	1,28	1,3	1,6	1,24
	rub	1,7	1,41	1,51	1,57	1,48

Materiál č. 18

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,42	1,43	1,45	1,5	1,65
	rub	1,5	1,6	1,53	1,38	1,39
30min	líc	1,63	1,61	1,62	1,64	1,84
	rub	1,67	1,8	1,73	2,01	1,59
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,55	1,44	1,55	1,36	1,36
	rub	1,61	1,7	1,69	1,61	1,76
30min	líc	1,78	1,64	1,72	1,52	1,4
	rub	1,77	1,86	1,84	1,98	1,9

Materiál č. 19

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	0,41	0,57	0,42	1,47	0,67
	rub	1,22	1,6	1,18	1,27	1,35
30min	líc	0,45	0,64	0,49	1,58	0,81
	rub	1,35	1,62	1,44	1,45	1,5
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,31	1,54	1,28	1,25	1,31
	rub	1,22	1,03	0,9	0,84	1,01
30min	líc	1,45	1,59	1,33	1,36	1,37
	rub	1,29	1,09	0,99	0,92	1,12

Materiál č. 20

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,38	2,32	2,18	2,16	2,62
	rub	2,4	2,62	2,39	2,52	2,56
30min	líc	2,49	2,42	2,31	2,34	2,79
	rub	2,52	2,73	2,54	2,68	2,68
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,25	2,25	2,36	2,43	2,33
	rub	2,12	2,01	2,09	2,15	2,05
30min	líc	2,43	2,39	2,47	2,56	2,44
	rub	2,26	2,15	2,22	2,34	2,19

Materiál č. 21

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,92	2,82	2,99	2,99	2,79
	rub	2,5	2,6	2,13	2,41	1,94
30min	líc	3,01	2,82	3,01	3,04	2,79
	rub	2,55	2,66	2,19	2,47	2,03
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,28	2,3	2,18	2,21	2,35
	rub	2,42	2,34	2,51	2,35	2,46
30min	líc	2,36	2,43	2,35	2,37	2,45
	rub	2,55	2,61	2,64	2,68	2,56

Materiál č. 22

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,19	0,93	1,12	0,95	1,35
	rub	1,45	1,52	1,45	1,39	1,35
30min	líc	1,49	1,12	1,25	1	1,43
	rub	1,58	1,65	1,64	1,57	1,49
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,55	1,27	1,39	1,6	1,31
	rub	1,57	1,58	1,46	1,34	1,24
30min	líc	1,64	1,37	1,48	1,71	1,46
	rub	1,68	1,71	1,57	1,46	1,38

Materiál č. 23

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,42	1,42	1,26	1,14	1,66
	rub	1,44	1,24	1,09	1,16	1,11
30min	líc	1,69	1,67	1,55	1,6	1,82
	rub	1,75	1,55	1,3	1,41	1,37
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,5	1,89	1,51	1,82	1,55
	rub	1,24	1,17	1,24	1,54	1,24
30min	líc	1,79	2,16	1,75	2,11	1,81
	rub	1,47	1,4	1,76	1,83	1,58

Materiál č. 24

osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,76	2,67	2,54	2,73	2,92
	rub	2,78	2,73	2,63	2,64	2,75
30min	líc	2,8	2,72	2,63	2,79	2,94
	rub	2,85	2,82	2,73	2,72	2,83
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,43	2,61	2,65	2,7	2,77
	rub	2,64	2,55	2,72	2,69	2,59
30min	líc	2,53	2,68	2,71	2,76	2,83
	rub	2,7	2,65	2,82	2,79	2,71

Materiál č. 25

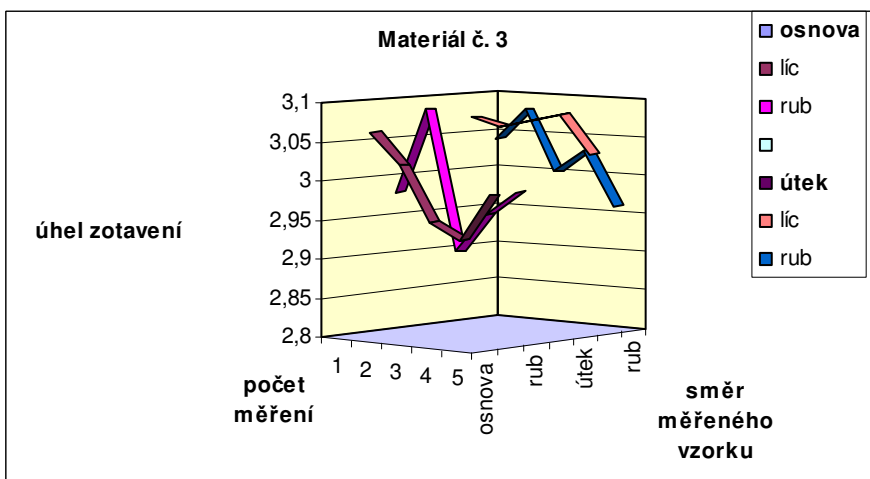
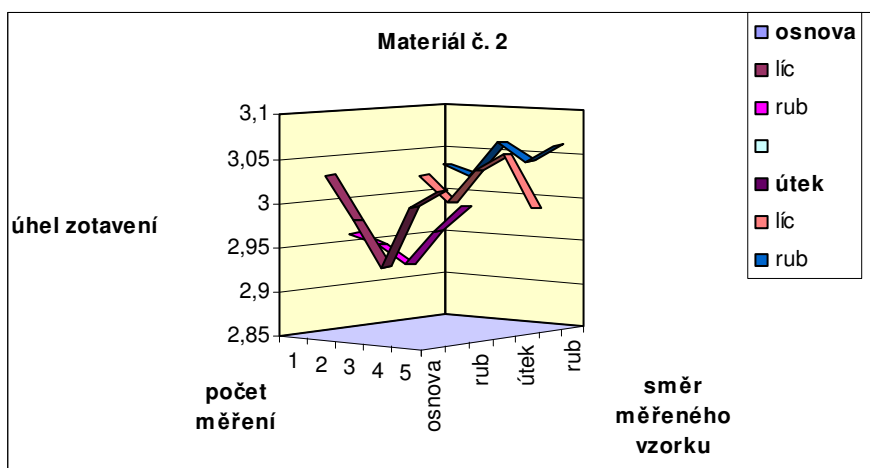
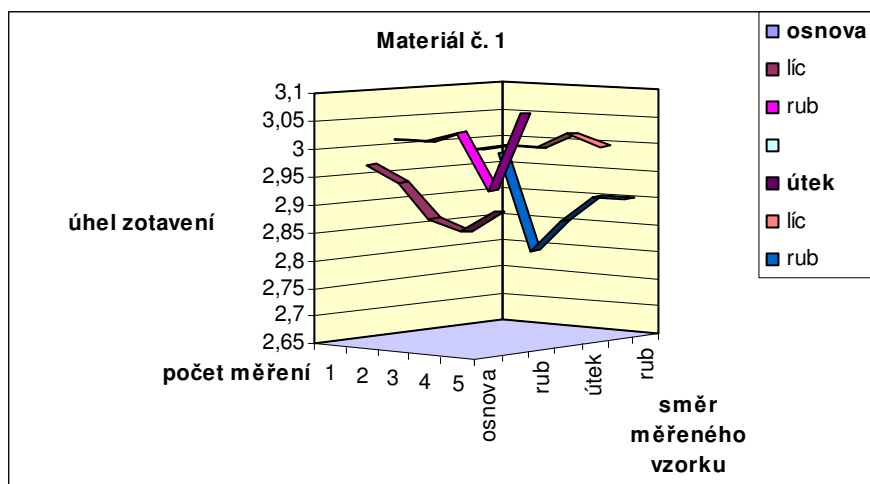
osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,49	2,79	2,07	2,01	2,47
	rub	2,35	2,67	2,14	2,54	2,37
30min	líc	2,7	3	2,35	2,2	2,65
	rub	2,53	2,78	2,25	2,75	2,5
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,51	2,73	2,45	2,33	2,15
	rub	2,1	2,12	2,17	2,21	2,15
30min	líc	2,55	2,81	2,54	2,5	2,27
	rub	2,26	2,25	2,29	2,37	2,31

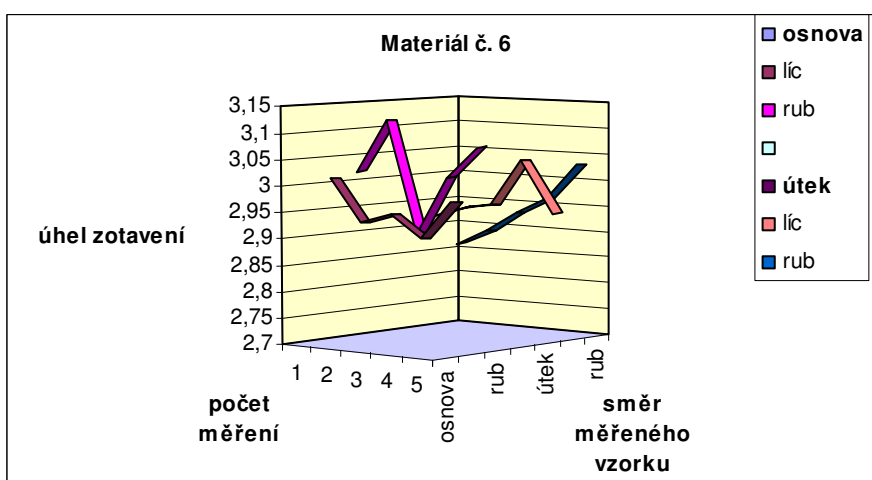
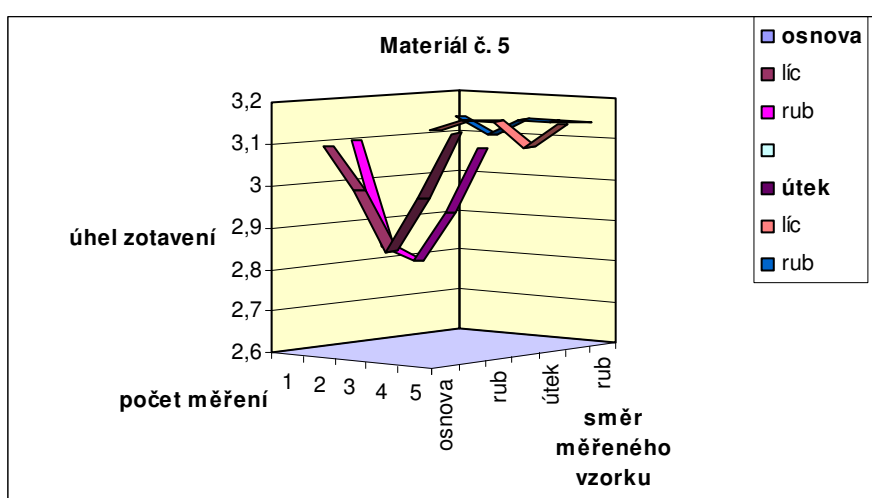
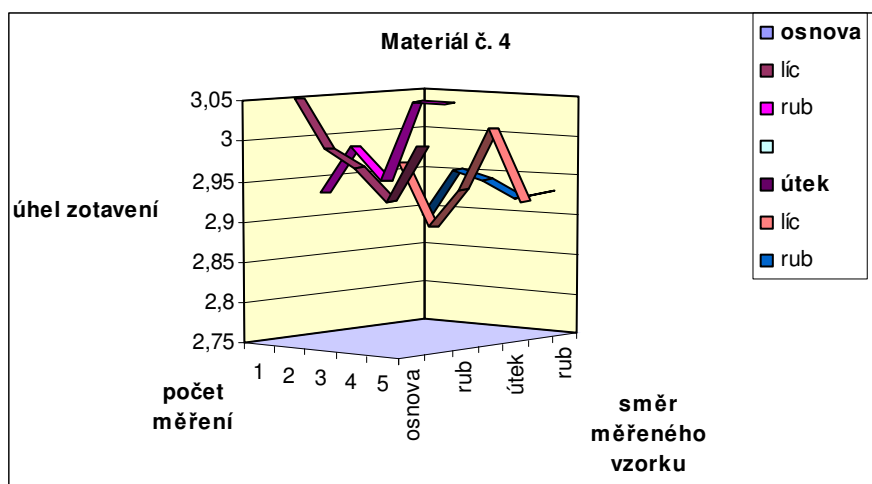
Materiál č. 26

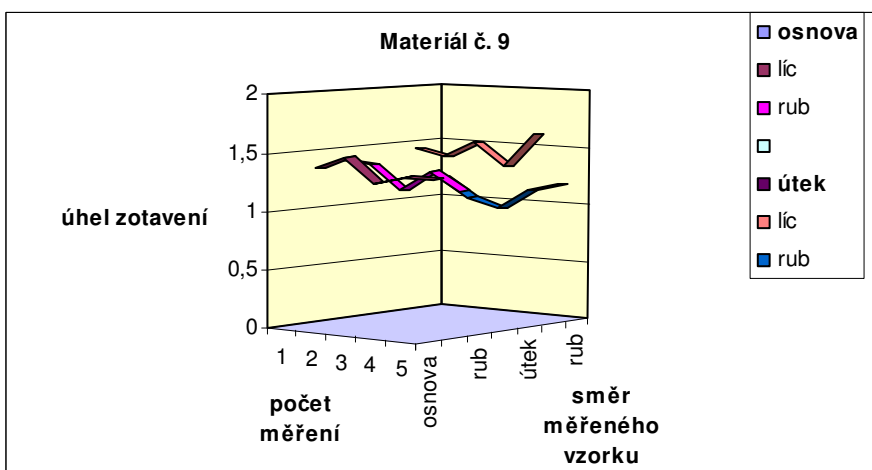
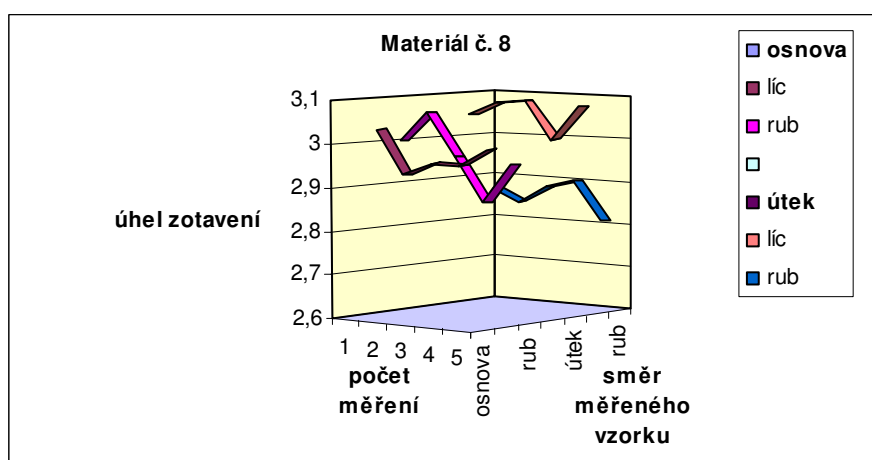
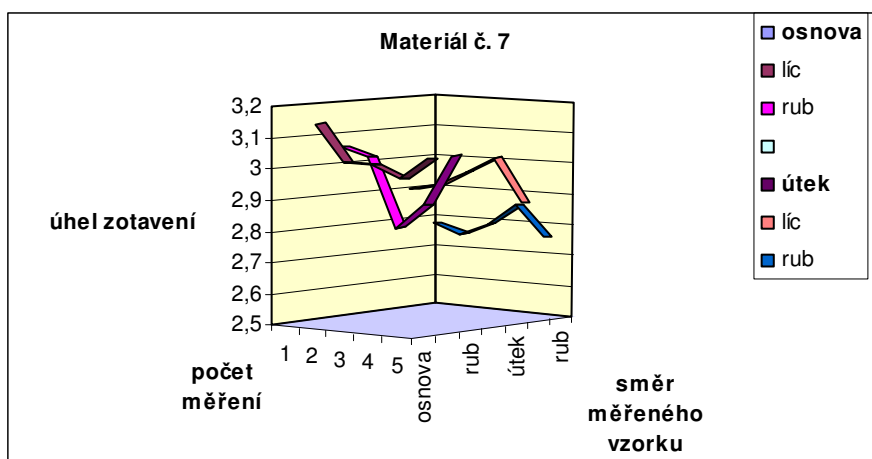
osnova						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	2,43	2,5	2,29	2,4	2,42
	rub	2,14	2,03	2,24	2,04	2,13
30min	líc	2,46	2,52	2,36	2,45	2,54
	rub	2,18	2,18	2,33	2,2	2,19
útek						
		1	2	3	4	5
5 min	líc	1,37	1,33	1,5	1,46	1,2
	rub	0,92	0,82	1,04	1,05	1,01
30min	líc	1,44	1,41	1,61	1,57	1,34
	rub	1,04	0,95	1,13	1,15	1,1

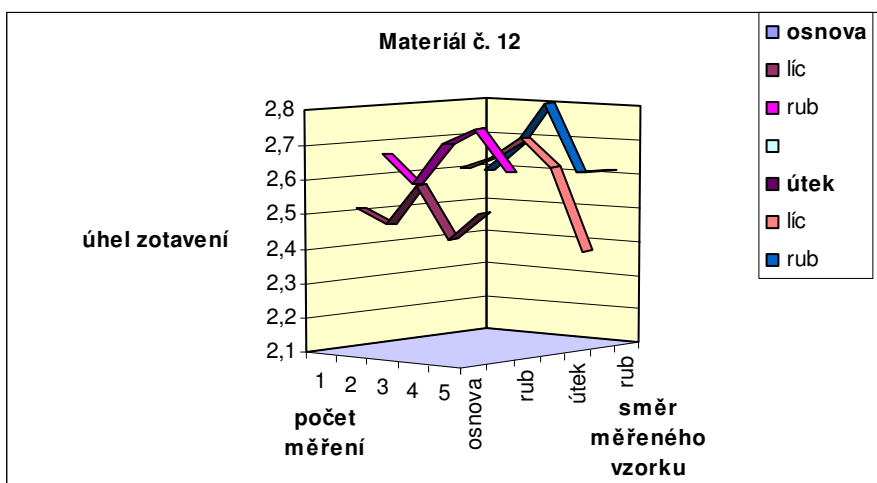
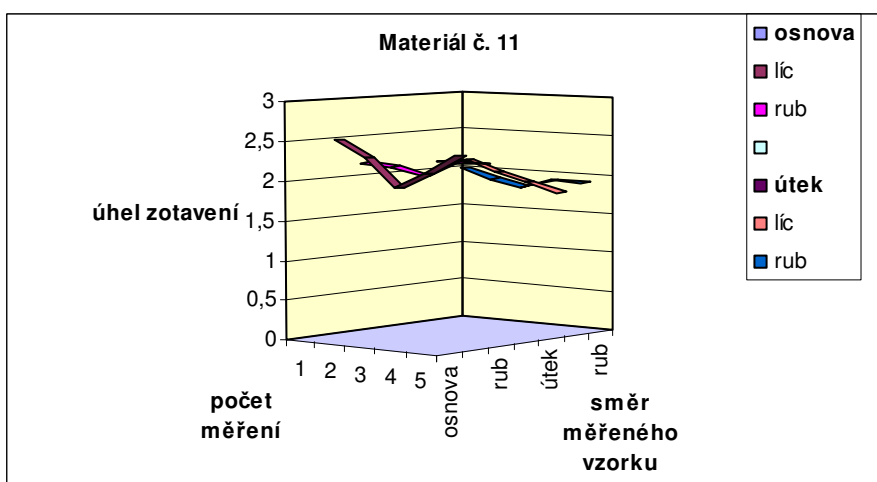
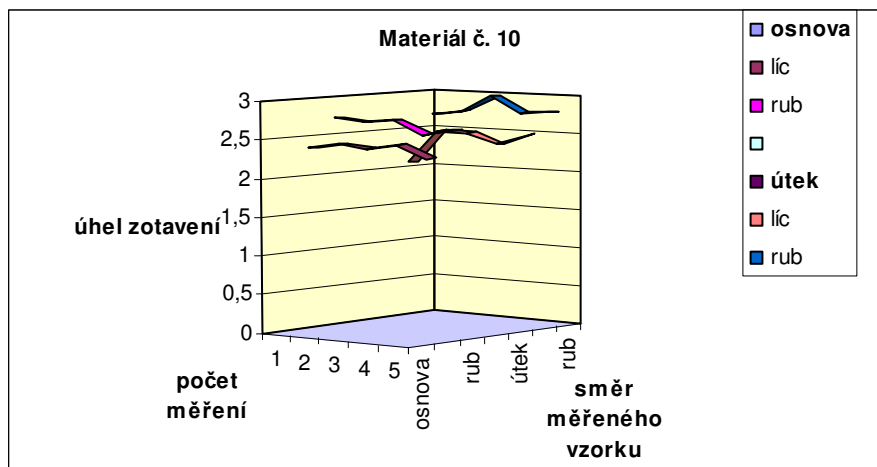
Příloha č. 3

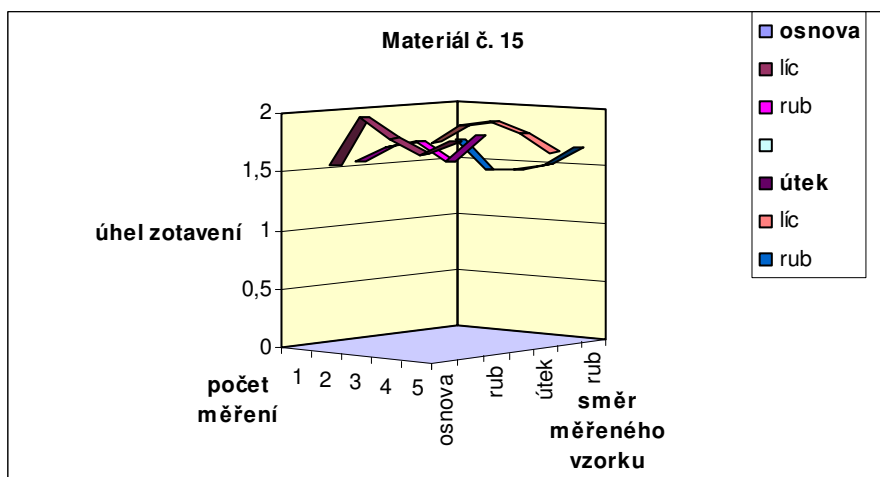
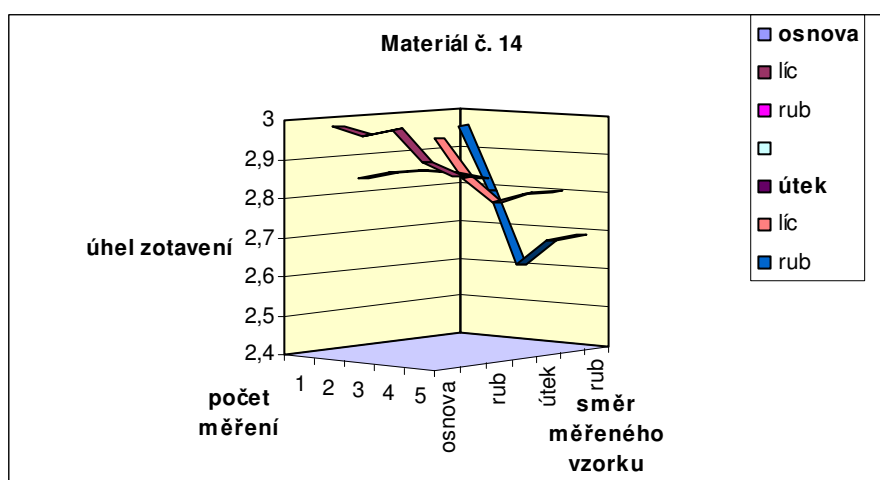
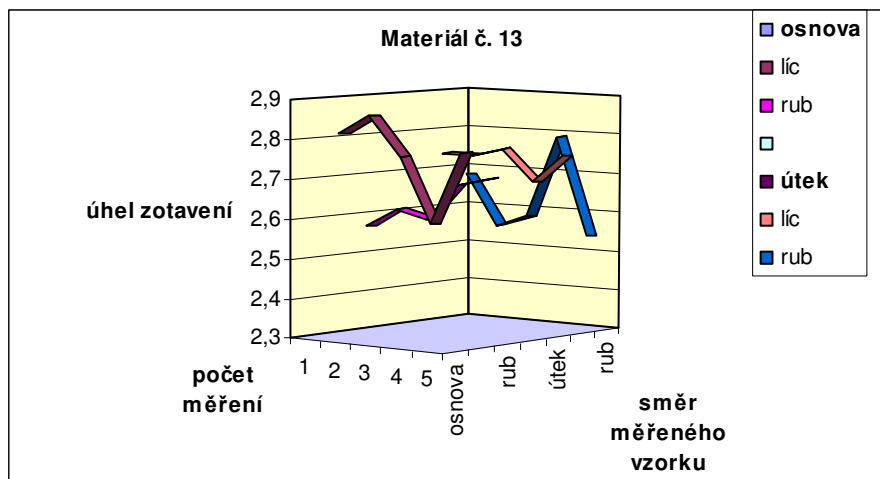
**Grafy jednotlivých materiálů z
hodnot naměřených na přístroji UMAK**

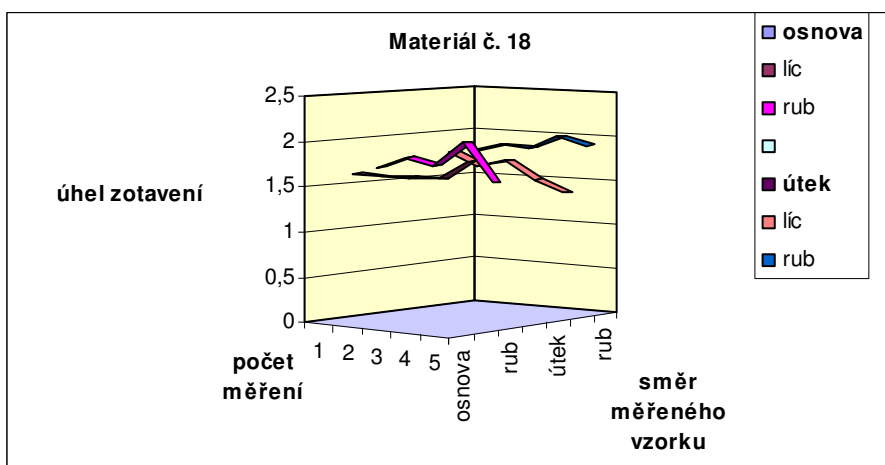
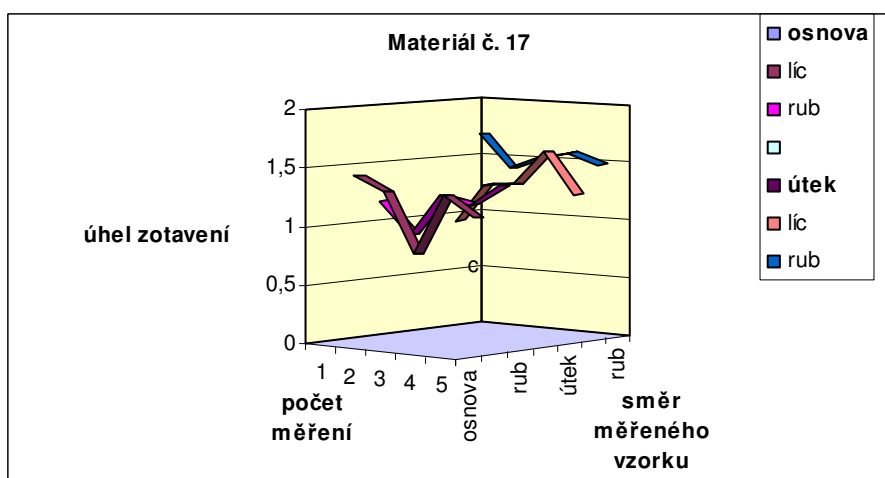
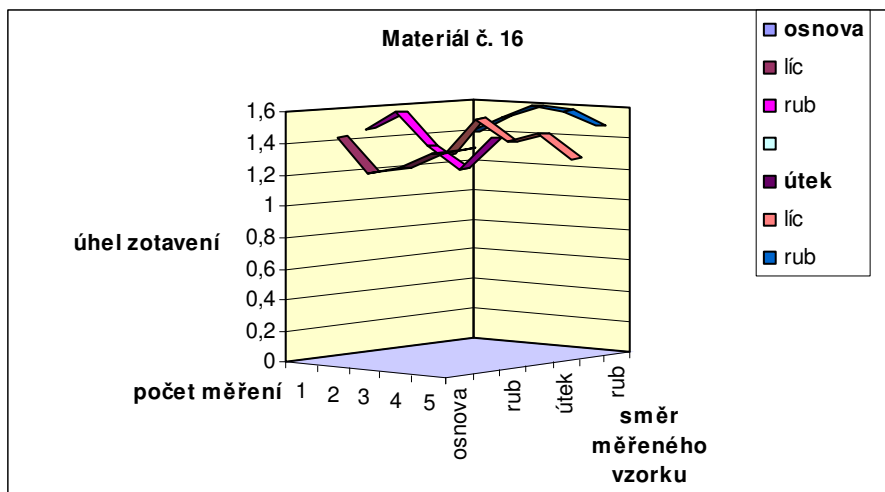


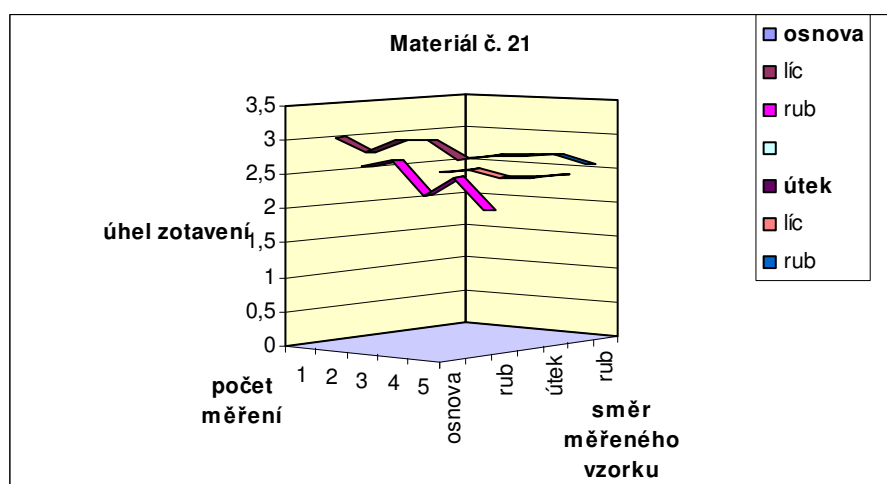
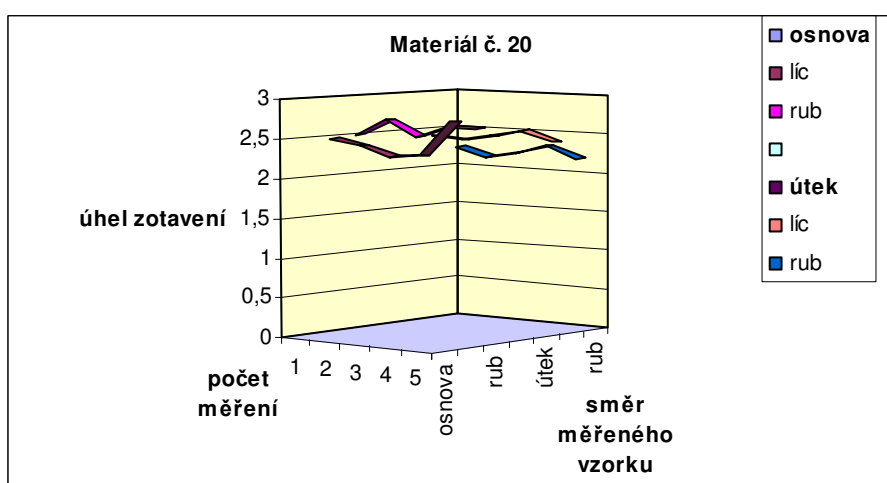
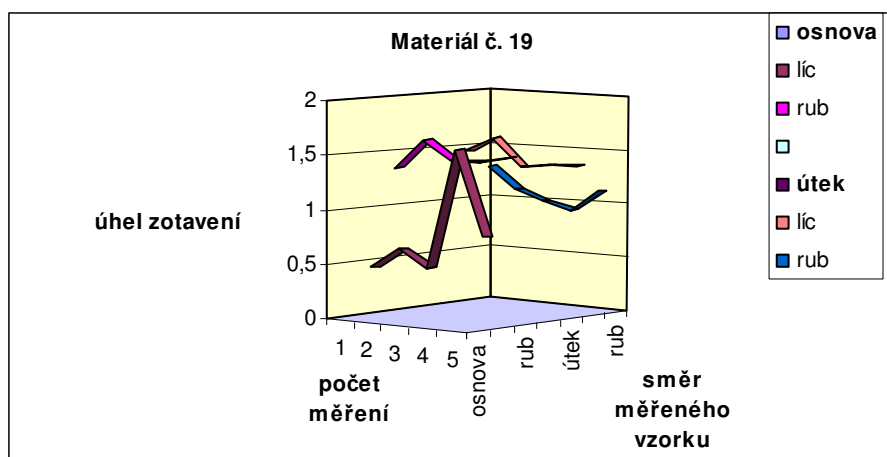


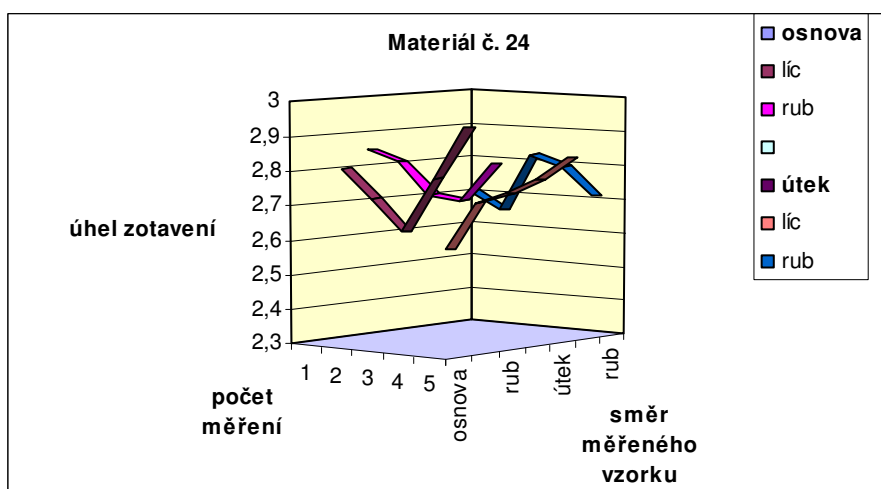
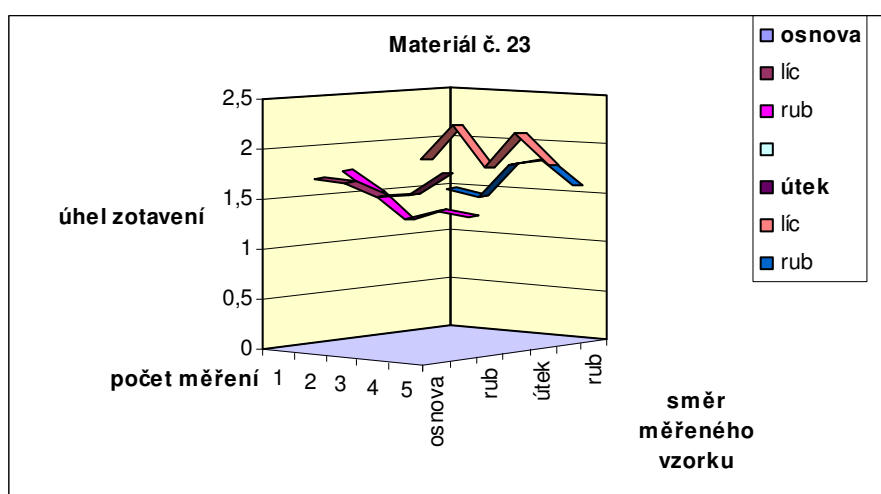
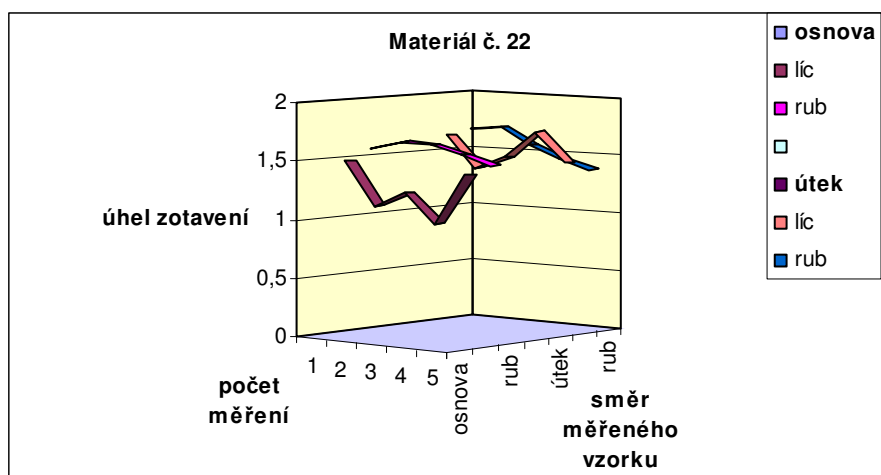


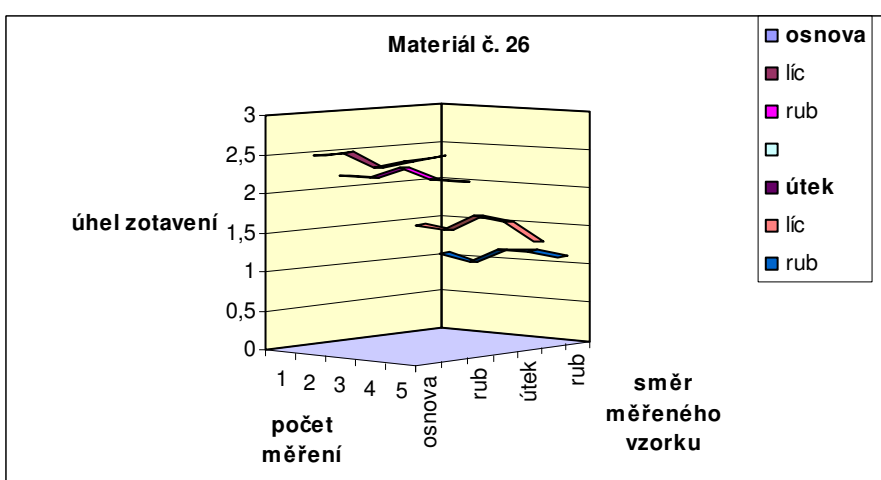
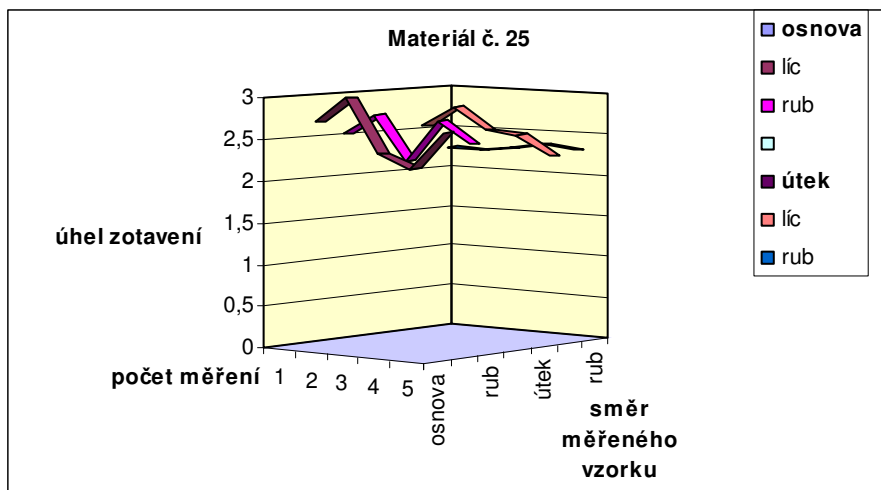












Příloha č. 4

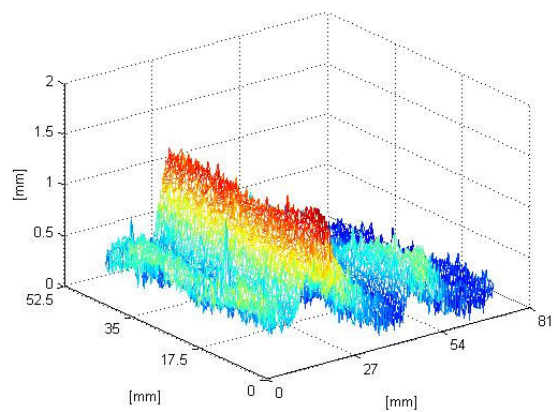
Slovní hodnocení hodnot naměřených alternativní metodou 3D

č.vzorku	slovní hodnocení		
	1	2	3
1.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
2.	slabě zmačkaný	mimo rozsah	slabě zmačkaný
3.	slabě zmačkaný	mimo rozsah	mimo rozsah
4.	mimo rozsah	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
5.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
6.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
7.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
8.	slabě zmačkaný	mimo rozsah	slabě zmačkaný
9.	slabě zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
10.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
11.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
12.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	slabě zmačkaný
13.	středně zmačkaný	středně zmačkaný	značně zmačkaný
14.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
15.	značně zmačkaný	slabě zmačkaný	značně zmačkaný
16.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
17.	značně zmačkaný	slabě zmačkaný	značně zmačkaný
18.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
19.	značně zmačkaný	mimo rozsah	velmi zmačkaný
20.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
21.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
22.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
23.	značně zmačkaný	značně zmačkaný	značně zmačkaný
24.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
25.	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný	slabě zmačkaný
26.	slabě zmačkaný	značně zmačkaný	slabě zmačkaný

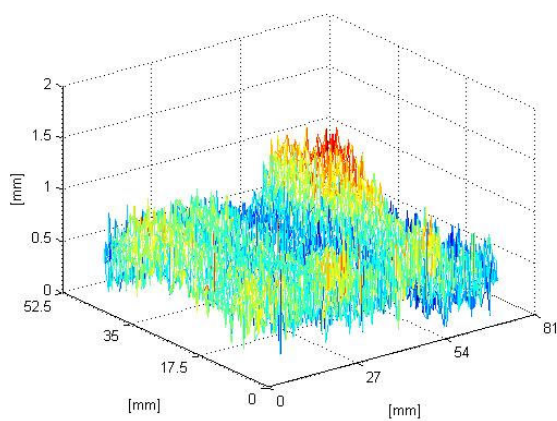
Příloha č. 5

Reliéfy zdeformovaných plošných textilií nasnímené pomocí alternativní metody 3D

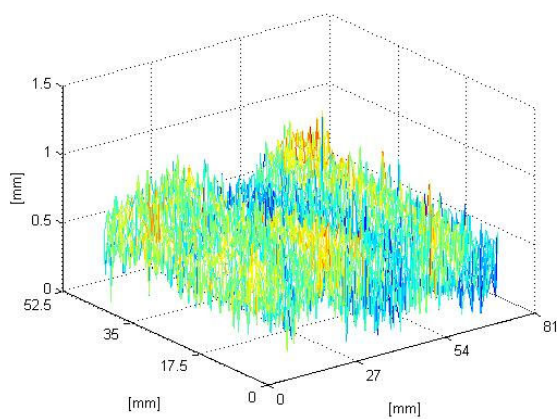
Materiál č.1



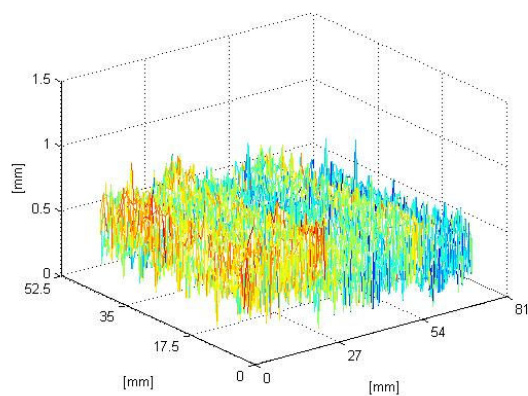
Materiál č.2



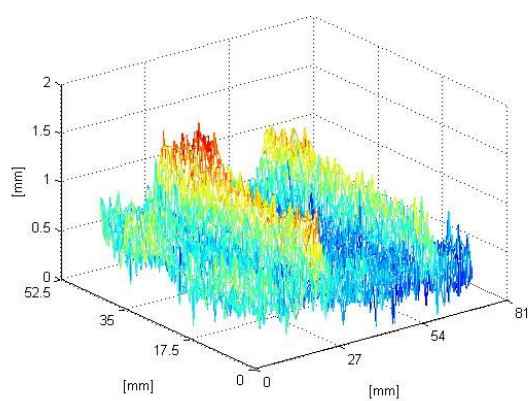
Materiál č.3



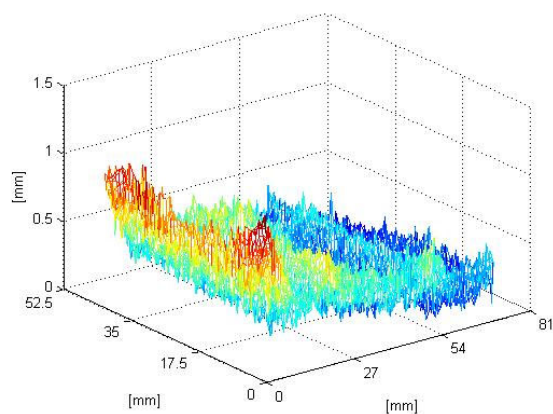
Materiál č.4



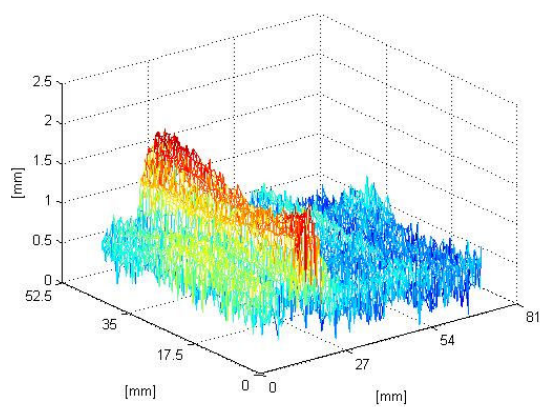
Materiál č.5



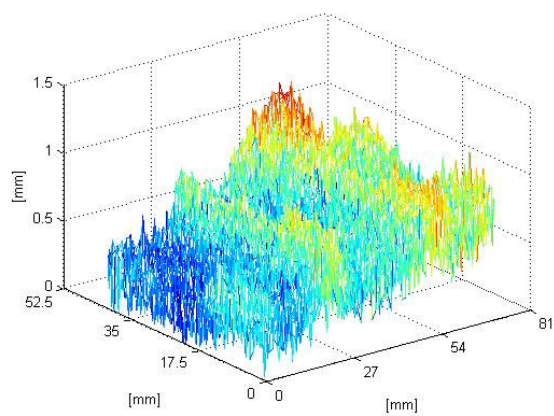
Materiál č.6



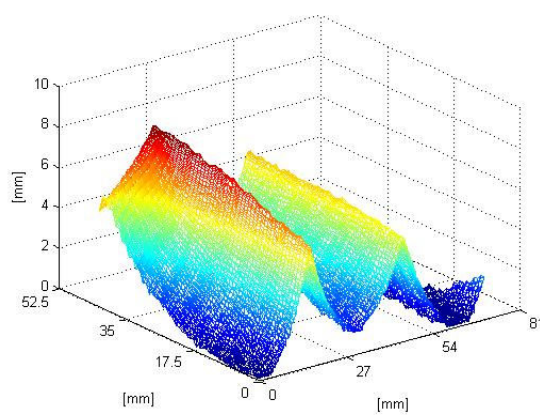
Materiál č.7



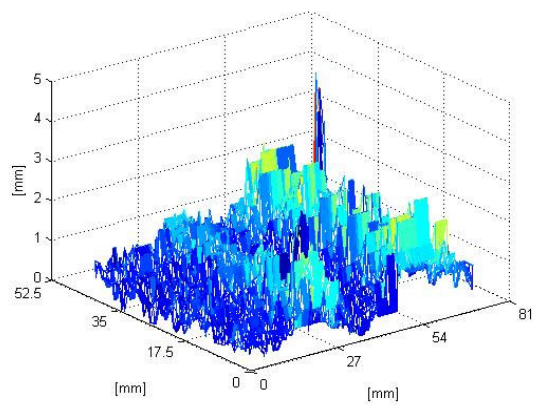
Materiál č.8



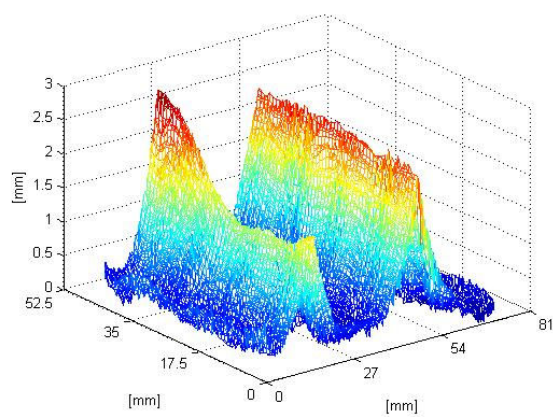
Materiál č.9



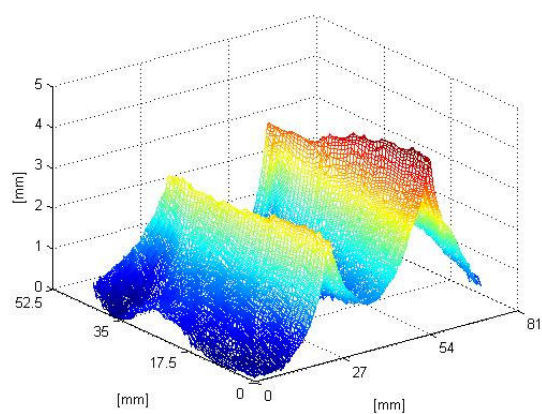
Materiál č.10



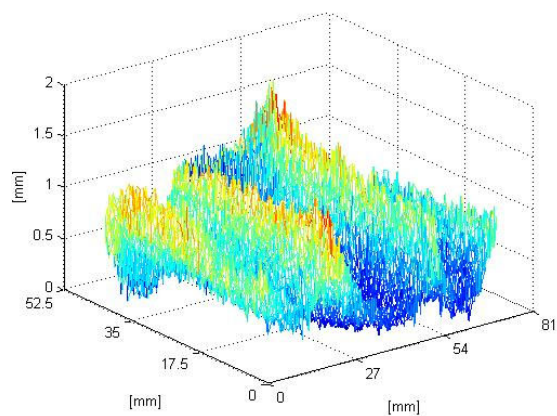
Materiál č.11



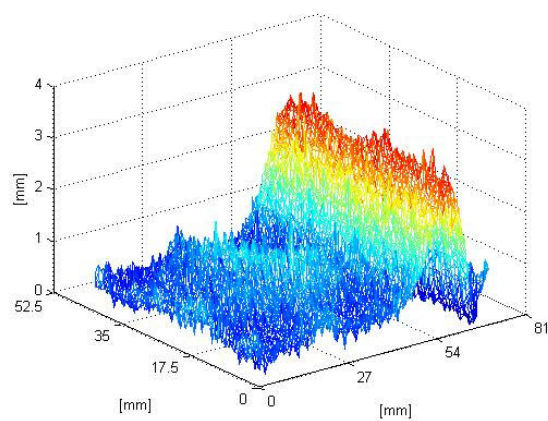
Materiál č.12



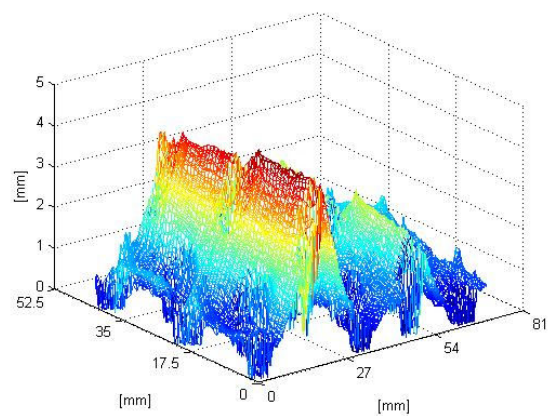
Materiál č.13



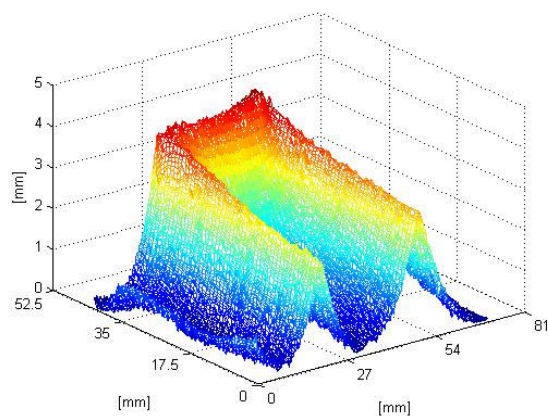
Materiál č.14



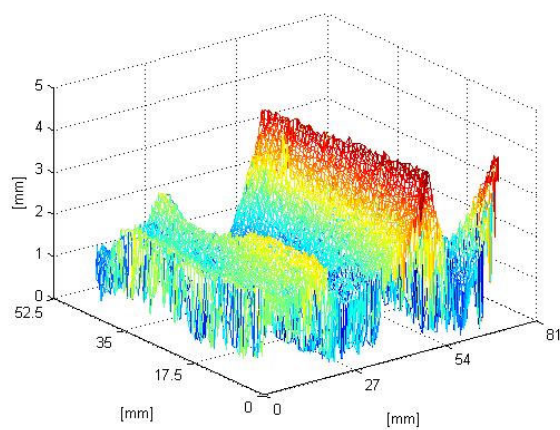
Materiál č.15



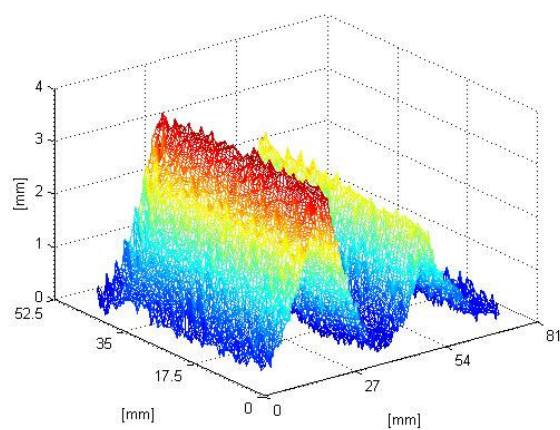
Materiál č.16



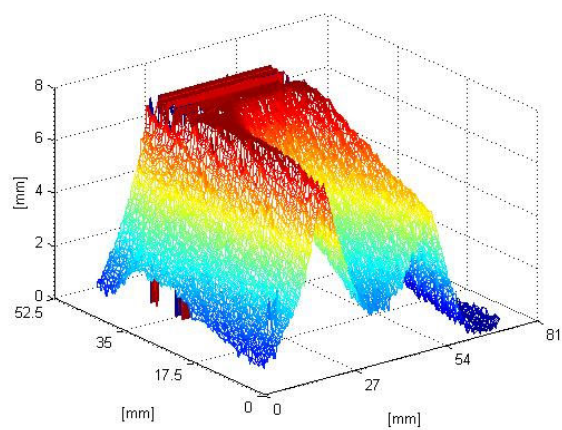
Materiál č.17



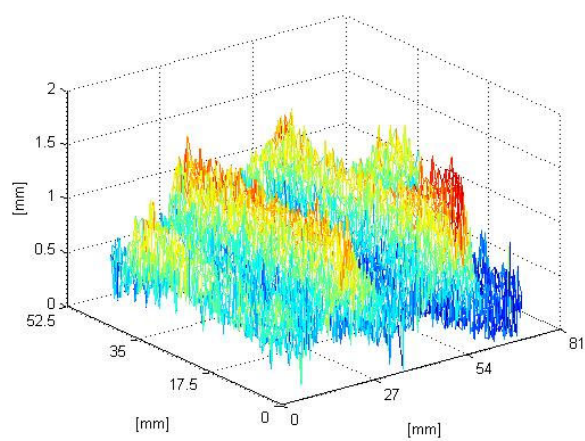
Materiál č.18



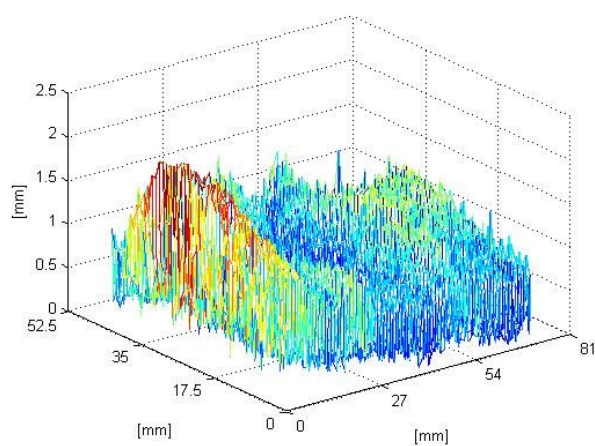
Materiál č.19



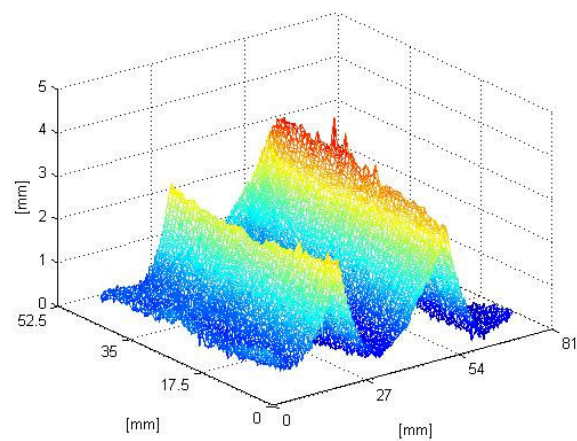
Materiál č.20



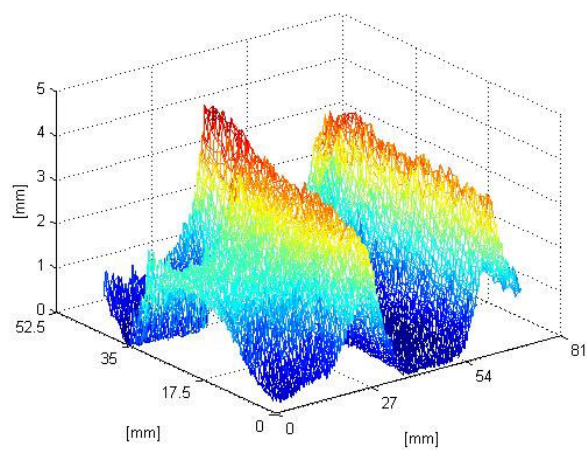
Materiál č.21



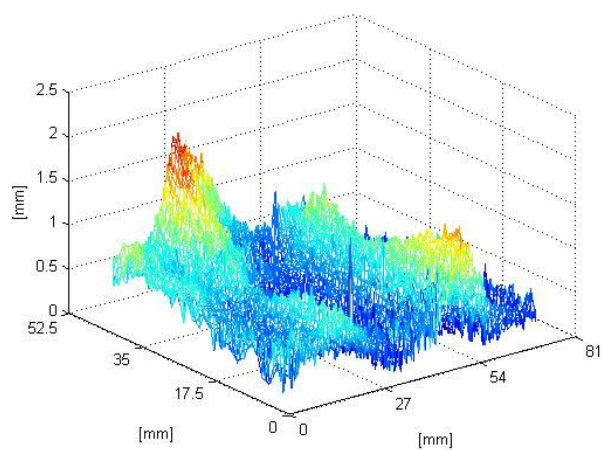
Materiál č.22



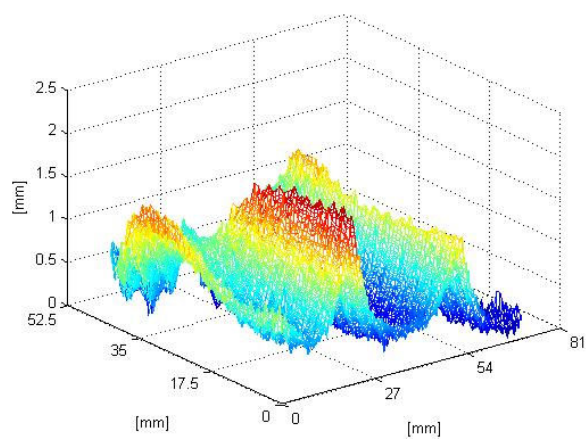
Materiál č.23



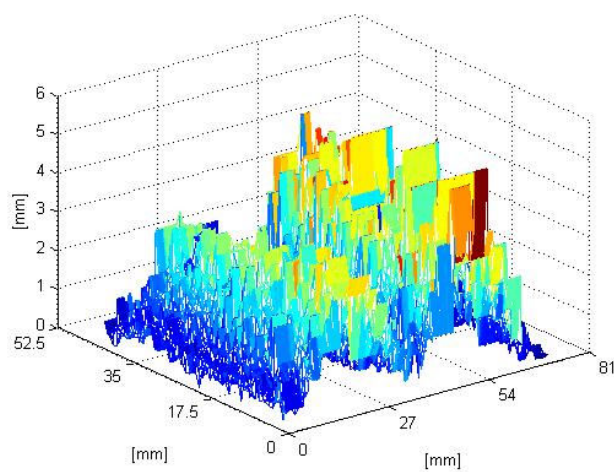
Materiál č.24



Materiál č.25



Materiál č.26



Příloha č. 6

**Grafy průběhu měření jednotlivých materiálů získaných z hodnot
naměřených pomocí alternativní metodou 3D**

